

Hundert Jahre Zukunft – Visionen zum Computer- und Informationszeitalter

Friedemann Mattern

Institut für Pervasive Computing, ETH Zürich

Le futur n'est plus ce qu'il était
Paul Valéry

Kurzfassung. Mit Vorhersagen ist es bekanntlich so eine Sache. Vor 100 Jahren wagte man einen vorsichtigen Blick in unsere Zeit und prognostizierte etwas Wunderbares: das Mobiltelefon. Damit würden dann nicht nur Kanzler und Monarchen ihre Geschäfte aus der Ferne erledigen können, sondern mit ihm würde auch die Glückszeit der Liebe eintreten – denn forthin wüssten die Ehepaare stets, was der Partner gerade tut. Die Technikprognosen vergangener Zeiten verhiessen noch manch anderes Phantastisches – Lehrmaschinen ersetzen Pädagogen, Farb-faxgeräte und Bildtelefone finden sich in jeder Wohnung und Haushaltsroboter erledigen den Abwasch und servieren Kaffee. Nur das Web, E-Commerce, Suchmaschinen, SMS, Spielkonsolen, Blogs, Ebay, Fotohandys,... also all die Segnungen des Informationszeitalters, die vor 15 Jahren noch nicht existierten, deren Namen noch nicht einmal erfunden waren, aber ohne die wir heute kaum mehr auskommen können, die scheint praktisch niemand vorhergesehen zu haben! Oder gab es sie doch, die verkannten Propheten des digitalen Zeitalters?

Zukunftsspötteleien des Fin de Siècle

Zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts, vor gut 100 Jahren, wurde es populär, sich das Jahr 2000 recht phantasievoll auszumalen – zum Beispiel auf bunten Sammelbildern, die als Werbemittel für Kaufhäuser oder teure Genussmittel dienten, oder auf Postkarten, die auf der Pariser Weltausstellung von 1900 zu haben waren. Es handelte sich dabei um meist eher naive Karikaturen, die dem Betrachter wundersame zukünftige Fluggeräte, merkwürdige Sportarten oder die Mechanisierung aller möglichen Tätigkeiten vor Augen führten. Natürlich spielten auch neuere technische Errungenschaften wie die Elektrizität, die Funktelegraphie, das Grammophon und das Telefon in diesen Zukunftsphantasien eine große Rolle. So entstand beispielsweise nicht nur ein Büro-Diktiergerät für den Direktor, sondern auch das „Cinema-Phono-Telescope“ (vgl. Abb. 1), eine Mischung aus Bildtelefon und Virtual-Reality-Einrichtung, das von einem Operateur zu bedienen war und offenbar Videokonferenzen ermöglichen sollte. Die wundersame Verwendung der drahtlosen Telegraphie im Zukunftsalltag wurde 1906 in einer weiteren Karikatur

nett und spöttisch so dargestellt (vgl. Abb. 2): Ein Mann und eine Frau im Park, die ihren persönlichen portablen und drahtlosen Telegraphenapparat (mit mobiler Antenne am Hut) etwa so nutzen, wie man heute seine SMS-Nachrichten liest. Die beiden kommunizieren übrigens nicht miteinander – sie empfängt gerade mit verzücktem Gesicht eine Nachricht von ihrem weit entfernten Liebsten, während er gespannt die Ergebnisse des Pferderennens verfolgt.

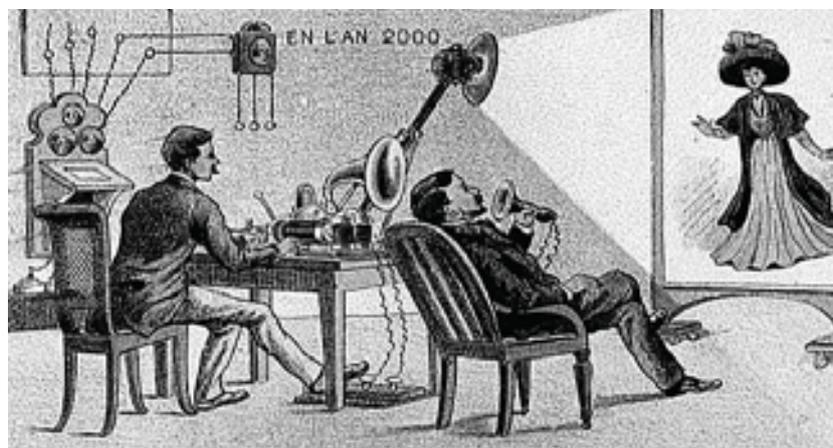
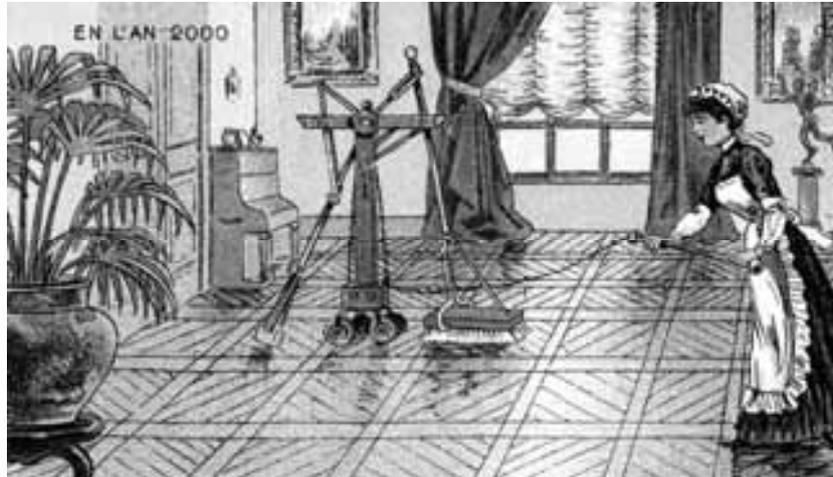


Abb. 1. Drei Zukunftsvisionen aus den Anfängen des 20. Jahrhunderts: Putzroboter mit Fernsteuerung, Büro der Zukunft und Bildtelefonie mit dem „Cinema-Phono-Telescope“

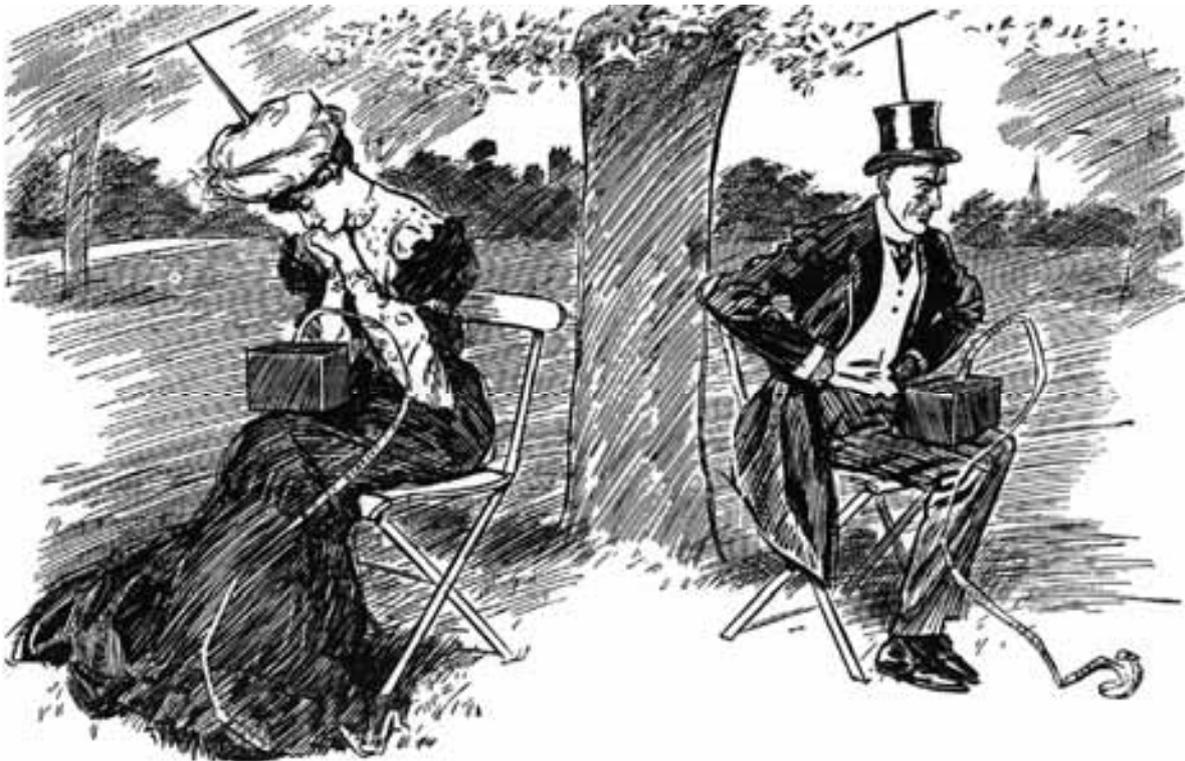


Abb. 2. Paar mit drahtlosen Telegraphenapparaten im Park (1906)

Interessant sind auch die teilweise provokativen Schriften von Albert Robida. Er veröffentlichte 1895 zusammen mit Octave Uzanne die *Contes pour les bibliophiles* [RoU95], worin er seinen Protagonisten an einer Stelle das Ende des Buches vorhersagen lässt: „Ich bekenne freimütig, dass ich nicht den geringsten Zweifel hege, die Gutenberg’sche Erfindung als Mittler unserer Denkergrüsse könne nicht schon bald außer Gebrauch kommen – die Fortschritte der Elektrizität und der modernen Mechanik untersagen ja nachgerade jegliche Skepsis! Lasst Euch versichern – das Buch wird von allen Bewohnern des Erdballs aufgegeben werden.“ Statt morgens auf dem Weg zur Arbeit in der Pariser Metro oder im Omnibus die Zeitung oder ein Buch zu lesen, würde man in Zukunft alles, was bisher schriftlich existierte, auf akustische Weise, etwa per Telefon, aufnehmen (Abb. 3).

In seiner Geschichte lässt uns Robida dann an einem Streitgespräch zwischen seinem Protagonisten und dessen skeptischen Zuhörern teilhaben, die nicht recht an eine so weitreichende, das Buch ersetzende, technische Fortentwicklung von Phonograph und Telefon glauben wollen. Die Zweifler fragen: „Wie glaubt Ihr, dass es gelingen wird, Phonographen zu bauen, die zugleich leicht, fest und mühelos zu tragen sind, und mittelst derer man ohne Schaden lange Romane aufzeichnen kann, welche doch vier- oder gar fünfhundert Seiten enthalten mögen? Auf welcher Art gehärteter Wachszylinder trägt Ihr die journalistischen Artikel und Nachrichten auf? Und endlich – welcherlei Elemente treiben die elektrischen Motoren dieser künftigen Phonographen an? All dies bedarf einer Erläuterung!“ Der technikoptimistische Erzähler glaubt an die Machbarkeit und erwidert: „Es wird Aufzeichnungszylinder leicht wie Zelluloid-Federhalter geben, die fünf- oder

sechshundert Wörter fassen, auf ganz feinen Achsen laufen und alle Schwingungen der Stimme auf das Genaueste wiedergeben. Man wird bei den Apparaten eine Vollkommenheit erzielen, wie man sie in der Präzision auch bei den kleinsten und schmucksten Uhren erreicht hat; sie werden allen Belastungen standhalten. Was die Elektrizität betrifft – diese findet man vielfach bei den Individuen selbst, und jedermann wird künftighin seine Taschenapparate mühelos mittelst seines eigenen kunstvoll gefassten und kanalisierten Stromflusses betreiben.“

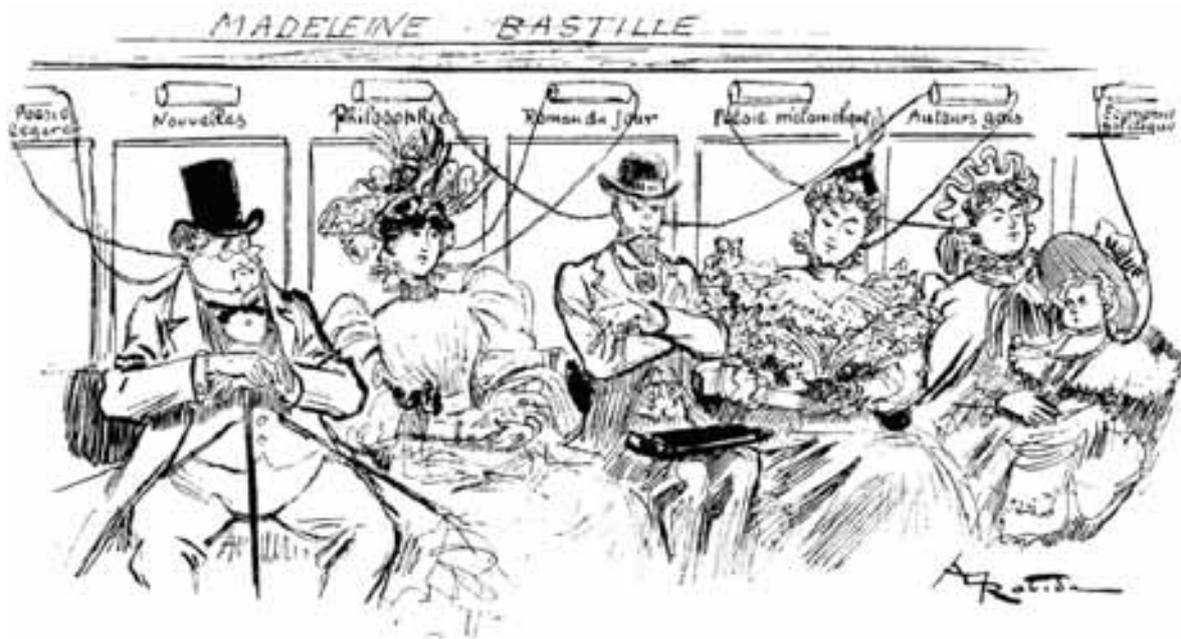


Abb. 3. Hörbücher und Hörzeitungen in einem Pariser Omnibus

Die Wachszyylinder eines portablen Phonographen sollten sich also, nach dem seinerzeitigen Vorbild von Taschenuhren, stark verkleinern und gleichzeitig in der Qualität verbessern lassen, und die Energie sollte vom Körper des Trägers abgegriffen werden – ein in unserer Zeit aktuelles und mit „energy harvesting“ bezeichnetes Forschungsgebiet! Die tragbaren Kassettenrecorder der 1970er Jahre und die späteren „walkmen“ waren gar nicht so sehr weit von den Phantasien Robidas entfernt, aber vermutlich konnte er sich keine magnetische Tonaufzeichnung vorstellen, auch wenn nur wenige Jahre später, auf der Pariser Weltausstellung von 1900, Valdemar Poulsen mit seinem „Telegraphon“ ein System zur Tonspeicherung mit magnetisierten Stahldrähten vorführte. Digital komprimierte Sprache und Musik bitweise als elektrische Ladung auf memory sticks aus Halbleitermaterialien wäre aber wohl als Zumutung an die Phantasie empfunden worden und nicht einmal mehr als Science-Fiction durchgegangen. Dennoch klingt Robidas Beschreibung „man wird Taschen-Phono-Operagraphen herstellen, die während einer Tour in den Alpenbergen oder den Colorado-Schluchten genutzt werden“ fast wie eine Vorwegnahme unseres medienmobilen MP3- und iPod-Zeitalters!



Abb. 4. Teleshopping als Vision des ausgehenden 19. Jahrhunderts

Auch das (damals noch lange nicht erfundene) Fernsehen beziehungsweise das Bildtelefon hat es Robida angetan: Das *Téléphonoscope*¹ dient dem Teleshopping (Abb. 4), aber auch dem Teleteaching. In *Le vingtième siècle – la vie électrique* [Rob92] wird dazu die phantastische Geschichte von Estelle Lacombe aus Lauterbrunnen in der Schweiz erzählt, Tochter eines zweitrangigen Beamten der alpinen Luftfahrtleuchtturmsinspektion, die seit ihrem zwölften Lebensjahr nicht mehr zur Schule geht, sondern statt dessen per *Téléphonoscope* Fernunterricht² bekommt, als Ingenieurs-Aspirantin später auch von der Universität Zürich und von der „Ecole centrale d’électricité“ (Abb. 5). Das einzige Problem für Estelle ist, dass an der Universität Zürich noch keine Prüfungen per „Télé“ zugelassen sind. So verzichtet sie letztendlich auf ihren Abschluss, lernt dann aber glücklicherweise beim Chatten über „Télé“ ihren aus wohlhabenden Verhältnissen stammenden zukünftigen Ehemann kennen – Ende gut, alles gut! Wie „Télé“ technisch funktionieren könnte, darüber schweigt sich Robida übrigens gänzlich aus. Aber es sollte im Wesentlichen ja auch nur eine Weiterentwicklung des Telefons sein und war damit ohne großes Risiko prognostizierbar. Zumindest schien es den Zeitgenossen nicht unvorstellbar (und vielleicht sogar wünschenswert) zu sein und eignete sich für Robida daher gut zu seinen phantasievollen Fin-de-Siècle-Spekulationen.

¹ Robida nennt es übrigens kurz „Télé“, „abréviation habituelle du nom de l’instrument“, ganz wie die heute im Französischen übliche saloppe Abkürzung für das Fernsehen.

² „Précieux avantage pour les familles éloignées de tout centre, qui ne sont plus forcées d’internier leurs enfants dans les lycées et collèges régionaux.“



Abb. 5. „Wie die heutigen Laptops mit Internetanschluss thront Robidas Mischung aus Bildtelefon und Fernseher auf dem Studiertisch und ermöglicht es auch dem begabten Nachwuchs aus dem mittelständischen Bildungsbürgertum vom Land, via Fernkurs höhere Schulen zu besuchen“ [Wol100]

Schwärmereien über die Welt in 100 Jahren

Vor knapp 100 Jahren, im Jahre 1910, erschien ein aus heutiger Sicht bemerkenswertes Buch mit dem Titel *Die Welt in 100 Jahren* [Bre10]. Zweiundzwanzig abendländische Geistesgrößen – seinerzeit bekannte Wissenschaftler und prominente Zeitzeugen – entwickelten darin ein breites Zukunftspanorama aus Technik, Wissenschaften und Kultur. Sie beschreiben „Wunder, denen wir entgegengehen“ und prognostizieren eine Welt, in der wir heute eigentlich leben müssten – sollten die Vorhersagen über diesen langen Zeitraum einigermaßen zutreffend gewesen sein!

Wir beschränken uns hier auf das Kapitel *Das drahtlose Jahrhundert* [Slo10]. Was also hat man damals für die heutige Zeit prophezeit? Erstaunliches, wenn man sich der Tatsache bewusst ist, dass zu jener Zeit sowohl die Funk- als auch die Telefontechnik erst rudimentär entwickelt waren! Es heißt dort nämlich: „Es wird jedermann sein eigenes Taschentelephon haben, durch welches er sich, mit wem er will, wird verbinden können, einerlei, wo er auch ist, ob auf der See, ob in den Bergen, dem durch die Luft gleitenden Aeroplan oder dem in der Tiefe der See dahinfahrenden Unterseeboot.“ Zwar hat man das mit dem Unterseeboot heute noch nicht erreicht, ansonsten aber beschreibt dies unser Handy-Zeitalter doch recht genau!

Das Taschentelephon würde trotz seiner Kompliziertheit ein Wunder der Kleinmechanik sein, nicht größer als eine Pillenschachtel. Zwar sieht der Autor noch ein gewisses Problem darin, „die Empfangsapparate so empfindlich zu gestalten, dass sie alle Vibrationen aufnehmen können“ und „den Sendungsimpuls so in der Gewalt zu haben, dass er direkt zu dem ihm entsprechenden Receiver geht“, doch sollten sich diese Probleme in den kommenden 100 Jahren schließlich auch noch lösen lassen.



Abb. 6. „Die Stücke, die in London gespielt werden, werden selbst im ewigen Eis der Arktis oder Antarktis mittelst Fernseher und Fernsprecher auf einem Schirm reproduziert werden“ [Bre10]

Weiter heißt es: „Die Bürger jener Zeit werden überall mit ihrem drahtlosen Empfänger herumgehen, der irgendwo, im Hut oder anderswo angebracht sein wird.“ Hüte sind etwas aus der Mode gekommen, daher scheidet diese Möglichkeit heutzutage aus – aber ein modernes Handy passt ja problemlos in die Jackentasche, Hosentasche oder Handtasche. Übrigens würde man, solange man die „bewohnten und zivilisierten Gegenden nicht verlässt“ einen solchen Apparat gar nicht mitnehmen müssen, denn es würde einen solchen „auf jeder Straße, in jedem Omnibus, auf jedem Schiffe, Luftschiffe und jedem Eisenbahnzug geben, und natürlich wird der Apparat auch in keinem öffentlichen Lokale und in keiner Wohnung fehlen. Man wird also da nie in Verlegenheit kommen.“ Die Nutzung scheint fast einfacher zu sein als die Bedienung eines modernen Handys, denn

man muss nur den „Stimm-Zeiger“ auf die Nummer einstellen, die man zu sprechen wünscht, und „der Gerufene wird sofort seinen Hörer vibrieren oder das Signal geben können, wobei es in seinem Belieben stehen wird, ob er hören oder die Verbindung abbrechen will.“

Die Nutzungsmöglichkeiten eines drahtlosen Taschentelephons schienen damals jedenfalls phantastisch und fast unbegrenzt: „Monarchen, Kanzler, Diplomaten, Bankiers, Beamte und Direktoren werden ihre Geschäfte erledigen können, wo immer sie sind. Direktoren ein und derselben Gesellschaft werden eine legale Versammlung abhalten, wenn der eine auf der Spitze des Himalajas ist, der zweite in einem Badeorte und der dritte sich auf einer Luftreise befindet. Sie werden sich sehen, miteinander sprechen, ihre Akten austauschen und unterschreiben, als wären sie zusammengekommen an einem Orte.“ Dass sich zwölfjährige Schulmädchen über zwei Meter Entfernung eine Textnachricht via SMS oder mit einem Fotohandy sogar einen Schnappschuss zusenden, war seinerzeit allerdings wohl doch jenseits des sinnvoll Vorstellbaren!



Abb. 7. Direktoren werden sich sehen, Akten austauschen und ihre Geschäfte erledigen können, wo immer sie sind

Auch alltägliche Verrichtungen werden durch die zukünftige Kommunikationstechnik revolutioniert: „Überhaupt wird das Einkaufen zu jener Zeit ein noch viel größeres Vergnügen sein, als jetzt. Man wird einfach von seinem Zimmer aus alle Warenhäuser durchwandern können und in jeder Abteilung Halt machen, die man eingehender zu besichtigen oder wo man etwas auszuwählen wünscht. [...] Alle diese Wunder der drahtlosen Telegraphie werden das kommende Zeitalter zu einem großartigen, unglaublichen machen.“ Fast meint man, die Melancholie des Autors im letzten Satz zu spüren: Dass er dieses großartige Zeitalter nicht mehr selbst wird erleben können!



Abb. 8. Auch auf die Ehe wird der Einfluss der drahtlosen Telegraphie ein außerordentlicher sein – es wird die Glückszeit der Liebe angebrochen sein

Und weiter: „Nirgends, wo man auch ist, ist man allein. Überall ist man in Verbindung mit allem und jedem. Auch auf die Ehe und die Liebe wird der Einfluss der drahtlosen Telegraphie ein außerordentlicher sein. Künftighin wird sich die leibliche Gattin stets davon überzeugen können, was ihr Herr Gemahl treibt; aber auch der Herr Gemahl wird ganz genau wissen, wie und ob seine Gattin nur an ihn denkt. Liebespaare und Ehepaare werden nie voneinander getrennt sein, selbst wenn sie Hunderte und Tausende Meilen voneinander entfernt sind. Sie werden sich immer sehen, immer sprechen, kurzum, es wird die Glückszeit der Liebe angebrochen sein.“ Aus heutiger Sicht lässt sich kaum noch feststellen, ob eine gewisse Ironie in diesen Textzeilen mitschwingt. Schien es denn wirklich erstrebenswert, dass der eine stets wissen kann, was der andere treibt?

Die Vision des Autors zum drahtlos umsorgten Menschen der Zukunft (Abb. 9) geht aber noch weiter: „Auf seinem Wege ins Geschäft wird er seine Augen nicht mehr durch Zeitunglesen anzustringen brauchen, [...] er wird sich in der Untergrundbahn, oder auf der Stadtbahn, oder im Omnibus oder wo er grad' fährt, und wenn er geht, auch auf der Straße, nur mit der gesprochenen Zeitung in Verbindung zu setzen brauchen, und er wird alle Tagesneuigkeiten, alle politischen Ereignisse und alle Kurse erfahren, nach denen er verlangt.“ Eines jedenfalls schien gewiss: Wenn schließlich auch der „gewöhnliche Sterbliche“ einen solchen Apparat nutzt, „dann werden dessen Lebensgewohnheiten dadurch noch weit mehr beeinflusst werden, als sie dies schon jetzt durch die Einführung unseres gewöhnlichen Telephones geworden sind.“



Abb. 9. Ein drahtlos umsorgter Mensch auf seinem Weg ins Geschäft

Heimsender und drahtlose Privattelefone

Im Buch *Die Welt in 100 Jahren* wird nicht versucht, auf ernsthafter wissenschaftlicher Basis Prognosen über die längerfristige Zukunft abzugeben – es handelt sich bestenfalls um Ahnungen oder Projektionen vergangener Entwicklungen, wenn nicht gar nur um Wunschvorstellungen. Ein Beispiel für Ersteres sind auch die pathetischen Worte des britischen Physikers William Edward Ayrton aus dem Jahre 1889 zum „elektrischen Ohr“ – Heinrich Hertz war es zwar gerade gelungen, elektromagnetische Wellen experimentell nachzuweisen, aber noch hatte niemand mit diesem „drahtlosen Medium“ Signale übertragen. Ayrton schreibt: „Einst wird kommen der Tag, wenn wir alle vergessen sind, wenn Kupferdrähte [...] nur noch im Dunkel der Museen ruhen, da wird das Menschenkind, das mit dem Freund zu sprechen wünscht und nicht weiß, wo er sich befindet, mit elektrischer Stimme rufen, die allein nur jener hört, der das gleichgestimmte elektrische Ohr besitzt. Er wird rufen: ‚Wo bist Du?‘ und die Antwort wird erklingen in sein Ohr: ‚Ich bin in der Tiefe des Bergwerks, auf dem Gipfel der Anden oder auf dem weiten Ozean‘. Oder vielleicht wird auch keine Stimme antworten, und dann weiß er: Sein Freund ist tot.“³



Abb. 10. Das Ehepaar wird sich jeden Morgen durch Fernseher begrüßen können

Einen der ersten Versuche, nicht rein spekulativ, sondern auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Zukunft zu blicken, stellt das 1927 erschienene Buch *Technik und Mensch im Jahre 2000* [Lüb27] des Ingenieurs Anton Lübke dar. Neben zukünftigen Energieformen wird bei Lübke insbesondere der Kommunikationstechnik eine große Zukunft eingeräumt. So sollen „radioelektri-

³ Zitiert nach *Das Neue Universum*, Band 49, 1928, S. 325.

sche Fernschreibeeinrichtungen“ den Briefverkehr revolutionieren, vor allem aber ist er von den Möglichkeiten des Bildtelefons angetan: „Es werden elektrische Fernsehämter errichtet werden, durch die man nach kurzem Anruf irgendeinen Teil der Welt sich betrachten kann. Der Industrielle in Deutschland wird es nun nicht mehr nötig haben, sich morgens in den Zug oder in sein Auto zu setzen, um mit seinem Geschäftsfreunde zu verhandeln. Er wird ihn am Telephon mit aller Deutlichkeit auf einer weißen Mattscheibe sehen und aus seinen Gesichtszügen alles das sehen können, was er aus seinen Worten nicht herausfinden kann.“ Aber nicht nur die Geschäftswelt sollte von den neuen Kommunikationsmöglichkeiten profitieren (vgl. Abb. 10): „Das Liebespaar, das vielleicht durch Welten voneinander getrennt ist, wird nunmehr sich jeden Morgen durch Fernseher begrüßen können.“

Zeitungen gibt es in Zukunft nicht mehr: „Die Verleger haben sich längst geholfen mit dem elektrischen Fernseher, den sie an ihre Abonnenten verleihen. Ein kleines Pult, das eine Milchglasscheibe bedeckt, erstrahlt im Licht. Man sieht Buchstaben, das Neueste vom Tage, Leitartikel, Feuilletons in reicher Auswahl, vielleicht auch bewegliche Bilder im Texte verstreut.“ Bibliotheken werden überflüssig sein, denn „man kann sich durch Radioanruf mit der Fernsehbibliothek verbinden und sich irgendein interessantes Buch einschalten lassen.“ Informationen von allgemeinem Interesse werden darüber hinaus auf öffentlichen Groß-Videowänden dargestellt (vgl. Abb. 11).



Abb. 11. Öffentliche Groß-Videowände für Informationen von allgemeinem Interesse

Die Nutzung weit höherer Sendefrequenzen als bis dahin üblich – heute als UKW bezeichnet –, die Lübke voraussieht, sollte „der Welt in Zukunft auf dem Gebiete der Nachrichtenübermittlung noch ungeahnte Überraschungen“ bereiten, denn dann dürfte „auch der Tag nicht mehr fern sein, wo Frau Schultze auf der

Welle 1,2534 m ihres Heimsenders Frau Lehmann auf Welle 1,4283 m anruft und zum Kaffeekränzchen bittet. Die Möglichkeit besteht demnach, [...] eine größere Stadt in einem Wellenbereich von 70 cm bis 2 m vollkommen auf die drahtlose Nachrichtenübermittlung umzustellen und damit das veraltete System des Telephons zu beseitigen. In unseren Telephonadressbüchern werden wir dann neben den Namen der Anschluss Teilnehmer nicht mehr die Telephonnummer, sondern die Nummer der betreffenden Welle, beispielsweise *Wilhelm Schulze, Gasthof, Welle 1,2680 m*, sehen.“

Solch fabelhafte Zukunftsaussichten fanden auch Eingang in die zeitgenössische Werbung. So zeigt Abb. 12 etwa das Sammelbild „drahtloses Privattelefon und Fernsehen“ [Wag29] aus der Serie *Zukunftsfantasien* der „Holsteinischen Pflanzenbutterfabriken Wagner & Co GmbH“, die in das „schöne echte Wagner Album“ eingeklebt werden konnten. Dazu erläutert das Sammelalbum: „Die Pferde sind längst ausgestorben und die Elektrischen sind zum alten Eisen geworden. Die Menschen tragen Einheitskleidung: Rock und Hose, beides mit Reißverschluss. Jeder hat nun sein eigenes Sende- und Empfangsgerät und kann sich auf einer bestimmten Welle mit Bekannten und Verwandten unterhalten. Aber auch die Fernseh-Technik hat sich so vervollkommnet, dass man dem Freunde gleichzeitig ins Angesicht schauen kann. Sende- und Empfangsgerät sind nicht mehr an den Ort gebunden, sondern werden in einem Kasten von der Größe eines Photoapparates immer mitgeführt.“



Abb. 12. Fernsehtelefon der Zukunft: Sende- und Empfangsgerät werden in einem Kasten immer mitgeführt (1929)

Margarete Kranz liefert dazu eine charmante Bildbeschreibung und Interpretation [Kra00]: „Die Frau von morgen ist mit dem Flugzeug unterwegs und telefoniert bei der Zwischenlandung entspannt mit Mann und Kind. [...] Zukunftsmusik ist auch die Darstellung der Apparate: sie sind klein, handlich, formschön und transportabel und versprechen Unabhängigkeit – fern von den Lieben und doch telepräsent. Nicht ändern sollen sich in Zukunft die Rolle und die Aufgabe der Frau, im Gegenteil: familiäre Kontaktpflege, ständige Erreich- und Verfügbarkeit

für Mann und Kinder, das macht die neue Technik möglich. [...] Glückliche ist die Frau von morgen offenbar nicht, weil sie in ihrem handspiegelgroßen Bildtelefon das glückliche Kind und den glücklichen Mann erblickt, sondern weil das Gerät als Medium des technisch vermittelten Rollenspie(ge)ls ihr den Umgang mit dem für sie zwar zweckentfremdeten, aber doch vertrauten Gegenstand spielerisch ermöglicht. So gesehen präsentiert sich das Bildtelefon als Werbeträger für Fortschritt, Tradition und Margarine.“

Wie sich Technik auf das zukünftige Alltagsleben auswirken könnte, darüber spekulierte 1938 auch der Schriftsteller Arthur Train in der amerikanischen Zeitschrift *Harper's Magazine* [Tra38] – in einer 50-jährigen Vorausschau beschreibt er die Wohnung der Zukunft. Korrekt sagte er für 1988 Kabelfernsehen, ferngesteuerte Garagentüren, Farbfernseher, Radiowecker, synthetische Textilien, die allgemeine Verbreitung von Einbruch-Alarmsystemen, Klimaanlage, Tiefkühlkost sowie ein „pocket radio“ voraus, mit dem man jederzeit mit jedem wird kommunizieren können. Manches bereitete ihm in technischer Hinsicht allerdings doch Bauchschmerzen, so fügte er etwa beim prognostizierten Kabelfernsehen eine Fußnote hinzu, in der er anmerkte, dass er nicht sieht, wie so hohe Frequenzen über größere Entfernungen mit Kabeln transportiert werden können – Laser und Lichtwellenleiter waren ja noch nicht erfunden, und mit Koaxialkabeln wurden gerade erste Erfahrungen gesammelt, hauptsächlich zur Mehrfachübertragung von Telefongesprächen mittels Trägerfrequenztechnik. Fast im Sinne einer Vorahnung des PCs stellte er sich vor, dass man „photoelectric tabulating machines“ besitzen würde – zu welchem Zweck, bleibt allerdings offen (und den zeitgenössischen Lesern sicherlich völlig rätselhaft).



Abb. 13. Homeshopping-Terminal in der Wohnung der Zukunft

Offensichtlich wird man bei so weit in die Zukunft reichenden Überlegungen leicht zu etwas wilderen Spekulationen angeregt, und da der Prognosekurs prak-

tisch immer in eine schiefe Richtung zeigt, weicht die Wirklichkeit mit der Länge des Zeitraums auch zunehmend vom Vorhergesagten ab. Arthur Train stellt hier keine Ausnahme dar. Nach seiner Meinung sollte beispielsweise in den Wohnungen der Zukunft synthetische Luft zu erwarten sein (da die industrielle Luftverschmutzung laufend zunimmt), Bücher würden durch Filmrollen ersetzt, und die flachen Hausdächer würden genutzt als „landing field for the family’s collection of airplanes of assorted sizes“.

Memex – Der Wissenschaftlerarbeitsplatz der Zukunft

In den Jahren vor dem Zweiten Weltkrieg – und verständlicherweise während des Krieges – gibt es von einschlägigen Experten praktisch keine längerfristige Visionen zur Informations- und Kommunikationstechnik. Mit dem Ende des Krieges erschien dann aber in der Zeitschrift *Atlantic Monthly* der aufsehenerregende Artikel *As We May Think* von Vannevar Bush [Bus45]. Bush war vor dem Krieg Professor für Elektrotechnik am MIT, wo er u.a. den „Differential Analyzer“, einen Analogrechner zur Lösung von Differentialgleichungen, entwickelte. Während des Krieges koordinierte er als Direktor des *Office of Scientific Research and Development* alle militärischen Forschungsprogramme der USA, darunter auch das Manhattan-Projekt.



Abb. 14. „Supersecretary of the coming age, the machine contemplated here would take dictation, type it automatically and even talk back if the author wanted to review what he just said“ (Life Magazine, 19. Nov. 1945, Seite 114)

Bush stellt in seinem Beitrag fest, dass es Wissenschaftlern zunehmend schwerer fällt, mit der schnell wachsenden Informationsmenge umzugehen, und dass sich die entsprechenden Methoden (etwa im Bibliothekswesen) kaum weiterentwickelt hätten. Andererseits habe die Technik allgemein große Fortschritte gemacht: Fotozellen könnten „sehen“, Kathodenstrahlröhren „zeichnen“, Rechenmaschinen rechnen und automatische Telefonanlagen Verbindungen zwischen

hunderttausenden von Kontakten herstellen. Und die Entwicklung würde weitergehen: Zu erwarten seien etwa Sofortbildkameras „nicht größer als eine Walnuss“ mit Mikrofilmen für hunderte von Aufnahmen oder sogar Schreibmaschinen, die Diktate erkennen (Abb. 14).

Solche Techniken könnten in Zukunft eingesetzt werden, um Wissenschaftler an einem speziell ausgestatteten Arbeitsplatz zu unterstützen. Bush nennt seine hypothetische Maschine *Memex* (für memory extender): „Die Memex ist ein Gerät, in dem ein Individuum all seine Bücher, Akten sowie seine gesamte Kommunikation speichert und die so konstruiert ist, dass sie außerordentlich schnell und mit hoher Flexibilität benutzt werden kann. Sie stellt eine vergrößerte persönliche Ergänzung zu seinem Gedächtnis dar.“ Sie hat die Form eines Schreibtisches, ist aber zusätzlich mit elektromechanischen Steuerungsmöglichkeiten sowie einem Mikrofilmarchiv ausgestattet (vgl. Abb. 15). Auf zwei nebeneinanderliegenden Projektionsflächen werden Informationsinhalte dargestellt. Der Benutzer kann mit Hebeln vor- und zurückblättern sowie Dokumente abfotografieren, annotieren, speichern und wieder aufrufen. Da Bücher, Zeitschriften, Bilder, Geschäftsbriefe etc. im Mikrofilmspeicher um den Faktor 10 000 verkleinert würden, hätte selbst die Encyclopaedia Britannica in einer einzigen Streichholzschachtel Platz.

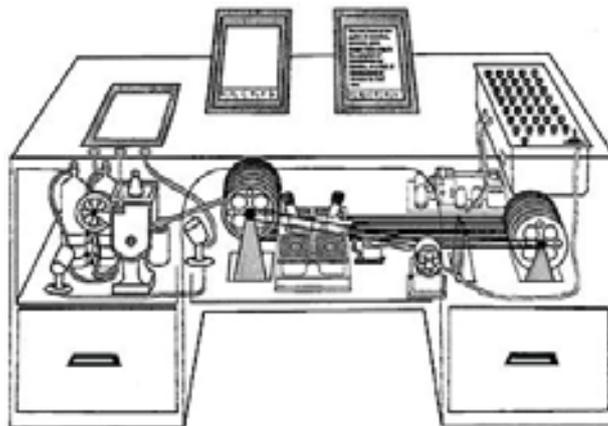


Abb. 15. „Memex in the form of a desk would instantly bring files and material on any subject to the operator’s fingertips. Slanting translucent viewing screens magnify supermicrofilm filed by code numbers. At left is a mechanism which automatically photographs longhand notes, pictures and letters, then files them in the desk for future reference.“

Bush liefert damit die wohl erste Beschreibung einer informationsverarbeitenden (oder zumindest „informationsverwaltenden“) Maschine als persönliches Werkzeug; so gesehen stellt die Memex gewissermaßen einen mikrofilmbasierten Vorläufer des elektronischen PCs dar. „All dies ist konventionelle Technik, wenn man von einer Projektion heute bereits existierender Verfahren und Apparate in die Zukunft absieht“ merkt Bush dazu jedoch selbstkritisch an. Denn im Wesentlichen geht es ihm um eine andere, innovativere Sache – der Unterstützung von Gedankenassoziationen durch etwas, das wir heute mit Hyperlink bezeichnen: „Die grundlegende Idee ist eine Vorrichtung, mit der ausgehend von einem beliebigen Informationsobjekt sofort und automatisch ein anderes ausgewählt werden kann. Dies ist es, was die Memex wirklich ausmacht: Der Vorgang, der zwei

Objekte miteinander verbindet, ist das Kernstück.“ Die abgelegten Informationen könnten auf diese Art auch zu längeren Pfaden verknüpft werden. Bush argumentiert, dass solche Assoziationspfade und -netze nicht nur für Wissenschaftler wie Historiker oder Chemiker, sondern beispielsweise auch für Patentanwälte außerordentlich nützlich seien – es könne jederzeit, wenn eine Informationseinheit auf einer der Projektionsflächen sichtbar ist, eine andere damit assoziierte abgerufen werden, indem ein Knopf unter dem entsprechenden „code space“ mit dem Verweis gedrückt wird. Damit würden auch völlig neue Arten von Enzyklopädien entstehen, „bereits versehen mit einem Netz assoziativer Pfade“, ferner können ganze Netze an andere Personen weitergegeben werden: Man „schaltet einfach die Reproduktionsvorrichtung ein, fotografiert den gesamten Pfad ab und überreicht ihn seinem Freund, der ihn in seine eigene Memex integrieren kann, um ihn dort einem allgemeineren Pfad hinzuzufügen“.

Aus heutiger Sicht wird an dieser Stelle allerdings doch ein deutliches Manko des postulierten Systems sichtbar: Eine Memex ist ein isoliertes Gerät, das nicht direkt mit anderen in Verbindung treten kann – der Gedanke einer kommunikationstechnischen Vernetzung zum Informationsaustausch fehlt bei Bush völlig! In diesem Sinne merkt Brian Kernighan von der Princeton University an, dass höchstens die *Ideen* von Bush in Richtung eines heutigen PCs weisen,⁴ jedoch keinesfalls die von ihm diskutierten Technologien. Erstaunlicherweise scheint Bush nämlich überhaupt nicht das enorme Potential des digitalen Computers als informationsverarbeitende Maschine zu erkennen (obwohl ihm als Fachmann und in seiner Rolle als Forschungsmanager der 1943 gebaute Digitalrechner „MARK I“ sowie die kurz vor ihrer Fertigstellung befindliche ENIAC natürlich bekannt waren), vor allem entgeht ihm auch völlig die Universalität und Flexibilität einer Repräsentation von Daten in digitaler Form.

Es schien also auch für Experten, zumindest zu diesem Zeitpunkt, schwierig oder gar unmöglich zu sein, die Macht des Digitalen mit dem in ihm schlummern- den Veränderungspotential vorherzusehen.

Ein Atomauto für Vati, einen Küchenroboter für Mutti

*Nothing ages faster than yesterday's tomorrow.
Stephen Michael Stirling*

Selten war Zukunft so unbeschwert genießbar wie in den 50er und 60er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts. Matthias Horx beschreibt in fast verklärter Weise die Kindheitserinnerungen der heute über 50-Jährigen an damalige Zukunftsbilder [Hor97]: „Schwebende Welten im Kosmos. Unterwasserstädte für jedermann. Raketen starteten von Bahnhöfen in ein von riesigen roten und blauen Monden beherrschtes Weltall. [...] Mutti kommandierte, mit kess-kurzer Schürze, in der Küche die Roboter [...] und ein frohgemutes Team weißbekittelter Männer und

⁴ Siehe web.princeton.edu/sites/tigers07/readings.shtml, Kernighan bezeichnet die Memex ein wenig despektierlich auch als „mechanische Privatablage und -bibliothek“.

Frauen sorgte mit Atomblitz und Hubschraubern dafür, dass es je nach Bedarf regnete oder die Sonne schien. [...] Ach, welch wunderbare Zukunft wir hatten!“

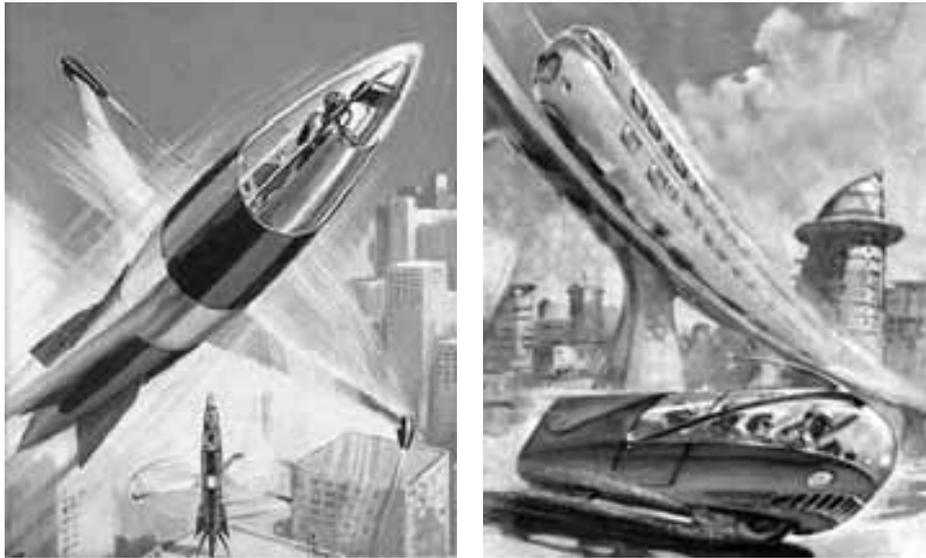


Abb. 16. Zukunftsbilder der 1950er Jahre: „Und sonntags fliegen wir zum Mond“

Auch Angela und Karlheinz Steinmüller charakterisieren diese Zeit aus einer geläuterten Perspektive heraus [Ste99]: „Wenn es denn einen zentralen Zukunftsmythos im 20. Jahrhundert gibt, dann ist es der, dass alle Probleme durch Technik lösbar sind. Gerade in den Jahren nach 1945 – im beginnenden Atom- und Welt- raumzeitalter – sorgte dieser Mythos für ein vollautomatisches Jahr 2000. Ginge es nach den Vorhersagen aus jener Zeit, müssten wir heute nahezu wie im Paradies – oder doch wenigstens wie die Jetsons – leben. Wir bräuchten höchstens noch zehn Stunden in der Woche zu arbeiten, und am Sonntag flögen wir zum Mond, wo bereits die ersten außerhalb der Erde geborenen Kinder fast schwerelos herumtollen. Krebs wäre heilbar, Infektionskrankheiten ausgerottet, ein amputiertes Bein wüchse nach. In der Küche schufteten Haushaltroboter, im papierlosen Büro summten die Rechner vor sich hin, und das 3D-Fernsehen brächte verlässliche Langfrist-Wettervorhersagen. Vielleicht würden wir in schwimmenden Städten oder unter Wasser wohnen und uns von leckeren Algengerichten ernähren.“

1950, pünktlich zur Jahrhundertmitte, erschien vom damaligen Wissenschaftsredakteur der New York Times, Waldemar Kaempffert, in der Zeitschrift *Popular Mechanics* ein Beitrag mit dem aufregenden Titel *Miracles You'll See in the Next Fifty Years* [Kae50]. Kaempffert glaubt an ein durch Technik ermöglichtes angenehmes Leben im Jahr 2000 – nur Traditionalismus, hinderliche Gesetze oder Interessensgruppen wie Gewerkschaften könnten sich auf dem Weg dahin als Barrieren erweisen. Mit optimistischem Grundton, und ohne ökonomische, soziale oder weltpolitische Aspekte zu thematisieren, beschreibt er in seinem Beitrag das technikunterstützte Leben der Familie Dobson im Jahr 2000. Umweltverschmutzung, Überbevölkerung, Arbeitslosigkeit, Pandemien, Hunger, Armut, Terrorismus, Überwachungsstaat, Globalisierung oder Klimaveränderung sind offenbar kein Thema im Jahr 2000, der Status der Frauen scheint sich seit den 1950er Jah-

ren nicht wesentlich verändert zu haben, und Computer arbeiten noch immer mit Lochstreifen, Lochkarten und Elektronenröhren⁵.



Abb. 17. Sprachferngesteuerter Rasenmäherroboter im vollautomatischen Jahr 2000

Die Dobsons leben in einer Stadt mit viel Grün, alles ist sauber und ruhig. Geheizt wird mit elektrischem Strom, der durch Solarkraftwerke erzeugt wird; Kernkraftwerke gibt es nur noch in Kanada und einigen anderen Gebieten, wo die Kraft der Sonne zur Energiegewinnung nicht ausreicht. Geschirrspülmaschinen sind überflüssig geworden, weil Einmalplastikgeschirr verwendet wird. Überhaupt Plastik: Die ganze Wohnungseinrichtung besteht daraus – ein Gartenschlauch und ein Heißlufttrockner ersetzen Putzlappen und Staubsauger (vgl. Abbildung 18). Die Kochkunst ist praktisch in Vergessenheit geraten, alles wird tiefgefroren angeliefert und in einem elektronischen Ofen in nur 75 Sekunden gegart. Sägemehl, Papiertischdecken und Unterwäsche aus Kunstseide werden zu Süßigkeiten recycelt.

Zwar hat man im Jahr 2000 den Mond noch nicht umrundet, aber die Vorstellung davon klingt nicht mehr lächerlich.⁶ Immerhin gibt es dann Überschall-Passagierflugzeuge, ihre Nutzung ist aber teuer und die meisten Leute reisen daher mit normalen Jets – oder mit ihrem Familienhelikopter, den sie wie die Dobsons

⁵ Der Transistor wurde zwar schon 1947 erfunden, aber niemand konnte seinerzeit ahnen, dass man damit einmal Rechner bauen würde, bei denen nicht andauernd eine Röhre durchbrennt. Weitblickend schrieb allerdings bereits 1948 die Zeitschrift *Natur und Technik* [Con97]: „Es besteht durchaus die Möglichkeit, dass der Rundfunkempfänger der Zukunft keine Röhren mehr aufweist. [...] Für Transistor-Elemente eigens entworfene Empfänger könnten außerordentlich klein sein, eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer haben und vermutlich auch viel billiger werden.“ Erst 1963 überholten jedoch die Produktionszahlen für Transistoren die der Elektronenröhren.

⁶ Bei Erscheinen des Artikels 1950 sollte es allerdings nur noch gut 10 Jahre dauern, bis ein amerikanischer Präsident die Eroberung des Mondes innerhalb des gleichen Jahrzehntes ankündigte!

auf dem Dach ihres Hauses parken. Autos, die übrigens mit Alkohol statt Benzin betrieben werden, verwendet man nur für Kurzstrecken. Natürlich hat in den 50 Jahren auch die Medizin gewaltige Fortschritte gemacht: Patienten werden mit Strahlen durchleuchtet, die mit Fotozellen detailliert analysiert und auf fluoreszierenden Schirmen dargestellt werden. Krebs ist noch nicht ganz heilbar, aber das Altern wurde als eine degenerative Krankheit erkannt, so dass nun 70-Jährige wie 40 aussehen.



Abb. 18. „Because everything in her home is waterproof, the housewife of 2000 can do her daily cleaning with a hose“ [Kae50]

Und die Informations- und Kommunikationstechnik? Natürlich fehlt das Bildtelefon nicht! Jane Dobson nutzt es zum Teleshopping (vgl. Abb. 19), ihr Ehemann für berufsbedingte Videokonferenzen. Telegramme gibt es nicht mehr, dafür können nun Faxgeräte fünf Seiten pro Minute für nur fünf Cent übertragen – und das fehlerfrei! Die Industrieproduktion ist im Jahr 2000 hochgradig mechanisiert, gesteuert durch „automatic electronic inventions that seem to have something like intelligence“, deren Wesen aber im Dunkeln bleibt. Elektronische Wettervorhersagemaschinen erstellen stündlich eine neue Prognose, dazu werden pro Minute tausende von Gleichungen mit 50 Variablen gelöst.



Abb. 19. „You’ll eat food from sawdust and shop by picture-phone“ [Kae50]

Wie das Beispiel der Wettervorhersage zeigt, hat Kaempffert die zukünftige Leistungsfähigkeit von Computern stark unterschätzt – allerdings stellte Gordon Moore sein „Gesetz“ von der exponentiellen Leistungszunahme ja auch erst 1965 auf. Ebenso sah er die Wirkung des Transistors oder seine Weiterentwicklung zu hochintegrierten Mikrochips sowie die Erfindung des Lasers nicht voraus – aber auch hier kann man ihm (und anderen Zeitgenossen) keinen Vorwurf machen. Dadurch war natürlich vieles andere ebenfalls nicht absehbar: Nicht nur CD-Spieler und Digitalkameras, sondern generell die universelle Verbreitung miniaturisierter Computer (als PCs zuhause und im Büro oder als eingebettete Mikroprozessoren in allen möglichen Geräten), vor allem aber die Riesenmenge digitaler Daten und die globale Vernetzung durch das Internet – und eben alles, was daraus folgt und damit möglich wird und unser heutiges Leben so stark prägt. Aber wer hätte sich das 1950 auch denken können?

Von Zukunftswundern der Telekommunikation berichtet die Zeitschrift *Mechanix Illustrated* im Jahr 1956 unter dem Aufmacher „Future may bring push-button dialing, videophones, direct calls anywhere on earth and pocket-size sets“ [Bea56]. Gerade war der Anrufbeantworter auf dem Markt erschienen, und ein neues Transatlantikkabel ermöglichte 36 gleichzeitige Telefongespräche. Neugierige Leser konnten erfahren, wie es weitergehen würde: In 15 Jahren Direktwahl in den ganzen USA und später sogar weltweit, sowie nach und nach Substitution der Telefonrelais durch Transistoren, was eine schnelle und bequeme Tastenwahl ermöglichen würde. Anstelle einer läutenden Telefonglocke würde es einen elektronischen „ring tone“ geben, der ähnlich wie eine Oboe klingen würde. (Dass sich in der ferneren Zukunft „ring tones“ zu einem einträglichen Geschäft entwickeln würden und sogar graphisch animiert sind, das hätte man sich damals sicher beim besten Willen nicht vorstellen können!) Ferner wurde ein bequemes „robot dialing“ in Aussicht gestellt: „Pick up the receiver of your dial-less phone and simply speak the number wanted“. Die Erkennung der gesprochenen Telefonnummer würde dabei durch „a mass of tubes, switches, condensers and other electronic paraphernalia“ erfolgen.

Natürlich würde es in Zukunft auch Videotelefonie geben. Dies wäre zwar schon jetzt möglich, allerdings würde die Bildübertragung 1000 parallele Kanäle benötigen, was recht teuer käme: „A man might pay \$375 just to tell his wife he'd be late for dinner“. Der weitere technische Fortschritt würde aber schließlich zu einem drahtlosen „watch-size telephone-television instrument“ führen und folgendes phantastische Szenario ermöglichen: „On some night in the future a young man walking along Market Street in San Francisco may suddenly think of a friend in Rome. Reaching into his pocket, he will pull out a watch-size disc with a set of buttons on one side. He will punch ten times. Turning the device over, he will hear his friend's voice and see his face on a tiny screen, in color and 3-D. At the same moment his friend in Rome will see and hear him.“ In Zukunft würde man gleich bei Geburt eine weltweit und lebenslang gültige Telefonnummer bekommen und wäre ständig erreichbar. Entsprechend wird das Szenario, fast wortgleich zur weiter oben zitierten Äußerung von Ayrton aus dem Jahr 1889, noch weitergesponnen: „If he does not see or hear him, he will know his friend is dead.“

Die populäre Presse schreibt in jener Zeit auch Computern als „Elektronengehirnen“ phantastische Eigenschaften zu. So meint etwa *Business Week* 1959 „there seems to be no limit to the possibilities that scientists see for computers“ in einem Beitrag *Scientists see computers that will declare war* [Bus59]. Computer würden in Zukunft nicht nur politische Entscheidungen treffen, sondern beispielsweise auch gesprochene Sprache automatisch übersetzen oder den Diskontsatz in Realzeit den ökonomischen Bedingungen anpassen.



Abb. 20. Schnittige Zukunftsautos mit Heck-Atomtrieb und Klimaanlage auf der Titelseite von „hobby“ im November 1955

Ein anderes Beispiel für den technischen Zukunftsoptimismus, den die Presse damals verbreitete, ist der Beitrag *So leben wir 1975* [Beh55] des deutschen Technik- und Freizeitmagazins *hobby*, in dem 1955 zwanzig Jahre in die Zukunft geblickt wird. Dort heißt es zunächst lakonisch: „Die Menschen von 1975 werden schneller reisen können als wir: sie werden rollendes Straßenpflaster haben und ein Leben führen, in dem elektrische und elektronische Geräte sie vor tausend Gefahren schützen. Maschinen werden ihnen mehr und mehr Arbeit abnehmen. Sie werden mehr und mehr Zeit haben.“ Ausführlicher, das ist man dem typischen

hobby-Leser schuldig, wird dann auf die zukünftigen Autos eingegangen. Zu dem auf dem Titelbild (vgl. Abb. 20) unten dargestellten Modell heißt es beispielsweise: „Bei diesem besonders schnittigen Modell aus dem Jahr 1975 handelt es sich um einen eleganten Zweisitzer mit Heck-Atomtrieb; die Sitze befinden sich dicht hinter den Vorderrädern, und eine Kühlerhaube gibt es nicht mehr, so dass der Fahrer nahezu unbeschränkte Sicht hat. [...] Eine Klimaanlage ist selbstverständlich vorhanden. Die Antenne auf der Kuppel dient offensichtlich dem Rundfunkempfang, angeblich lässt sie sich aber auch leicht als Empfangsantenne für drahtlos übertragene elektrische Energie verwenden.“ Der Glaube an die Technik und die Ingenieure scheint 1955 noch fast unbegrenzt: „Alle Probleme, die einer Verwendung von Atomkraft für kleinere Fahrzeuge heute noch im Wege stehen, hofft man, bis 1975 zu überwinden.“ Und weiter (vgl. auch Abb. 30): „Es gibt Zukunftsmodelle, bei denen gar kein Steuerrad mehr vorhanden ist oder wo es nur in Notfällen benutzt zu werden braucht. Der Fahrer kümmert sich gar nicht um die Geschwindigkeit, er kann sich seinen Mitfahrern zuwenden und sich mit ihnen ganz ungeniert unterhalten.“

Die gleiche optimistische und unbeschwerte Zukunftserwartung, wie sie im hobby-Beitrag oder bei Kaempffert zum Ausdruck kommt, herrscht auch noch 1962 in einer Broschüre⁷ zur Weltausstellung von Seattle, der *Century 21*, vor. Im Stakkato-Stil werden die zu erwartenden Wunder genannt: „Your kitchen will be a miracle of push-button efficiency. Your telephone will be cordless. You’ll see who you are talking to.“ Oder: „Cars with engines the size of a typewriter. Planes that fly to any spot in the world in an hour’s time. Rocket belts that enable a man to stride thirty feet.“ Das Haus der Zukunft hat nicht nur einen Swimming-Pool, einen privaten Heliport und eine elektronische Hausbibliothek, sondern es richtet sich auch noch als Ganzes stets nach der Sonne aus, und seine Schränke pflegen die Kleider vollautomatisch. Man fährt mit der düsengetriebenen Monorail zur Arbeit, hat aber nur noch eine 24-Stunden Woche.

Und wie sieht es hier mit der Informations- und Kommunikationstechnik aus? Immerhin soll es in Zukunft einen „home computer“ geben, dessen Zweck allerdings weitgehend unklar bleibt und nur lakonisch mit „shopping“, „check-writing“ und „record-keeping“ angegeben wird. Die Klassenzimmer der Schulen sind mit „memory-retention machines“ – was auch immer das ist – und Fernsehbildschirmen zur Wiedergabe der Unterrichtslektionen ausgestattet. In den Büros findet man nicht nur automatische Türöffner, Videotelefone und selbstkorrigierende Büromaschinen, sondern auch Computer, die als hörbaren Ausdruck ihres unermüdlichen Schaffens eine anhaltende metallene Kakophonie im Hintergrund erzeugen...

1971, kurz vor dem durch die Ölkrise und immer mehr Umweltskandale eingeleiteten allgemeinen Stimmungsumschwung beim Glaube an die Zukunft, erschien mit *Die 7 Weltwunder von morgen* [Sch71] nochmals ein zukunftsoptimistisches Buch, das mit seinen radikalen Vorhersagen zum Jahr 2000 gewissermaßen einen spätbarocken Höhepunkt der naiven Zukunftsgläubigkeit darstellt. In den noch verbleibenden knapp 30 Jahren sollte es nämlich möglich werden, dass „60-

⁷ The 1962 Seattle World’s Fair, siehe www.geocities.com/seattlescruff/index.htm.

Jährige sich auf 30 zurückverwandeln lassen, 100-Jährige wie in den besten Jahren aussehen und die durchschnittliche Lebenserwartung eines Menschen von 75 auf 150, auf 200, ja vielleicht sogar auf 300 Jahre emporschnellt.“ Angeblich würden bahnbrechende Experimente beweisen, dass dies geht.

Die Wohnung des Jahres 2000 ist natürlich vollautomatisiert: „Da drückt eine Hausfrau auf einen Knopf und schon reinigt sich die Wohnung von selber: Staubtücher werden von elektronischen Gittern ersetzt, die – versteckt in der Wohnung verteilt – alle Staubpartikel anziehen. Roboterähnliche Geräte werden die ganze Wohnung reinigen, indem sie sich wie Fledermäuse auf von ihnen ausgesandten Wellen entlangtasten, ohne irgendwo anzustoßen.“ Überhaupt die Hausfrau – sie profitiert am meisten von der vollautomatischen Zukunft: „Sie informiert sich per Fernseh-Telefon – im Jahr 2000 so weit in Gebrauch wie heute das Normaltelefon – über das Warenangebot der städtischen Läden; ihre Bestellung wird über das Rohrsystem blitzschnell in die hypermoderne Wohnung geschossen.“



Abb. 21. Ein Fernseh-Telefon gehört zur Grundausstattung der hypermodernen Zukunftswohnung des Jahres 2000

1971 befinden wir uns schon mitten im Computerzeitalter – zwar sind Computer noch groß und teuer, aber der technische Trend ist klar erkennbar. Daher kommt in dem Buch natürlich auch dem Computer ein prominenter Platz bei den Weltwundern zu: „Eine andere revolutionierende Neuerung in der Wohnung 2000 ist der Heimcomputer.“ Er wird „zum gleichen Preis wie eine Waschmaschine“ zu haben sein und wird „direkten Zugang zu einer zentralen Datenbank haben, die

alle Angaben speichert, die für jemanden wichtig sind: Rechnungen, Konten, Versicherungen, Steuern, Renten, Mitgliedschaften, Briefe, Anschriften, Fernseh-Telefonnummern. Der Heimcomputer wird alle diese Angaben immer auf dem neuesten Stand parat haben und zu jeder gewünschten Zeit auf einem Bildschirm sichtbar machen.“

Immerhin! Aber wirkte der Heimcomputer auf die zeitgenössischen Leser realistischer als die Aussichten auf eine Verdreifachung der Lebenserwartung, auf selbstreinigende Wohnungen oder auf Haushaltsroboter? Und hätten sie den Heimcomputer nicht vielleicht ganz unten auf ihre private Wunschliste der Weltwunder gesetzt? Denn auch wenn er einen ganz futuristischen Eindruck macht und vielleicht alleine deshalb in der Vision der Wohnung 2000 nicht fehlen darf, kann man den Nutzen eines solchen Computers doch anzweifeln. Schließlich dient er ja nur als eine Art elektronischer Aktenschrank, und wer weiß, wie umständlich seine Bedienung sein wird – Computermaus und Bildschirminteraktion mit Fenstern und Icons waren ja noch nicht erfunden! Würde man zumindest auch noch seine Plattensammlung und seine Kochrezepte in die Datenbank einspeichern können? Muss man dazu Programmiersprachen oder kryptische Betriebssystemkommandos lernen? Dass man mit dem tatsächlichen „Heimcomputer“ des Jahres 2000, der dann längst zum „personal computer“ mutiert sein wird und die ursprüngliche Bezeichnung antiquiert aussehen lässt, anstelle einer Schreibmaschine – und sogar noch viel einfacher und besser – auch Texte schreiben können, dass man weltweit elektronische Briefe versenden und empfangen kann, dass man ihn als Spielkonsole nutzen kann, Fotos und Videos damit betrachtet, Musik hört (und „tauscht“), sein Tagebuch öffentlich macht, chattet, interaktiv im Informationsangebot fremder Computer herumstöbert, in Sekundenschnelle Auskunft zu jedem Stichwort erhält und beliebige Gegenstände ersteigern kann – das alles war 1971 für den Heimcomputer der Zukunft offenbar nicht vorgesehen. Es hätte wohl doch zu sehr nach billiger Science-Fiction geklungen!

Alles in allem sieht die Welt heute ziemlich anders aus, als dies mehr oder weniger naive Prognosen vor 40 oder 50 Jahren vorhergesagt haben. Manch einer ist fast ein wenig enttäuscht darüber, dass die in seiner Jugend versprochene bunt ausgemalte Zukunft nicht eingetreten ist. Todd Rundgren drückt diese Ernüchterung in seinem Song *Future*⁸ beispielsweise so aus:

I remember the world of tomorrow:

...

I'm supposed to drive a flying car

I'm supposed to have a house on Mars

I'm supposed to live 200 years

...

Where's the office buildings 2 miles high?

And the ocean liners 12 blocks wide?

Where's the supertrain that's solar powered?

Average speed 600 miles an hour?

⁸ Von der CD *Liars*, Sanctuary Records, 2004.



Abb. 22. „I’m supposed to drive a flying car“ – Illustration aus den 1950er Jahren

Die Voraussagen von Kahn und Wiener zum Jahr 2000

Das Wettrüsten und der Wettlauf zum Mond beeinflusste in den 60er Jahren des vorherigen Jahrhunderts nachhaltig die Technologiepolitik der USA. Zur Politikberatung und Entscheidungsfindung erstellten „think tanks“ militärstrategische und ökonomische Analysen und Prognosen; dabei versuchte man, wissenschaftlich untermauert und mit neuen Methoden zu verlässlichen Ergebnissen zu kommen. Das Interesse an zumindest halbwegs gesicherten Vorhersagen erstarkte aber auch deswegen, weil immer deutlicher wurde, wie sehr die im zweiten Weltkrieg forcierten technisch-wissenschaftlichen Bemühungen (mit „großen“ Errungenschaften wie Düsenflugzeugen, Raketen, Atomkraft, Computern, aber auch mit vielen Detailspekten und vor allem auch neuen Planungs- und Managementprozessen) das wirtschaftliche Wachstum und den Lebensstandard bestimmen, und wie wichtig in diesem Zusammenhang eine weit vorausschauende Planung für Politik und die Wirtschaft sind. Basis für jede Langfristplanung ist jedoch ein einigermaßen gesichertes Wissen über zukünftige Rahmenbedingungen.

Aufgrund dieser Motivation entstand Mitte der 1960er Jahre bei der Rand Corporation die erste Delphi-Studie [GoH64], an der neben Wissenschaftlern auch Science-Fiction-Autoren, etwa Isaac Asimov oder Arthur C. Clarke, mitwirkten. Sie liest sich, so eine Online-Kritik aus unserem Internet-Zeitalter,⁹ „für die wenig technikbegeisterten, ernüchternden¹⁰ Enkel der Visionäre der sechziger Jahre ein wenig albern“. Und tatsächlich: Nach der Studie hätte man um 1970 zwar eine effektive Geburtenkontrolle durch orale Kontrazeptiva, aber auch die automatische Sprachübersetzung, und Mitte der 1980er Jahre würden Wetteranlagen auf Knopfdruck für Regen, Sonnenschein und Wind sorgen. Hunger und Elend seien besiegt, Meeresfarmen und Städte am Grund des Ozeans zum neuen Habitat einer

⁹ www.brandeins.de/home/

¹⁰ Gemeint ist wohl „ernüchterten“.

sich rasch ausbreitenden, aber grundsätzlich glücklichen Menschheit geworden. Wenig später wäre das Problem der kontrollierten Kernfusion gelöst, und bis zum Jahr 2000 gäbe es Bergwerke auf dem Mond, außerdem seien dann die Infektionskrankheiten durch eine allgemeine biochemische Immunisierung besiegt. Eine andere Delphi-Studie [Ber69] kam 1969 zum Ergebnis, dass schon sechs Jahre später, also 1975, Computer einfache gesprochene Sätze verstehen würden – ebenfalls eine kolossale Fehleinschätzung!

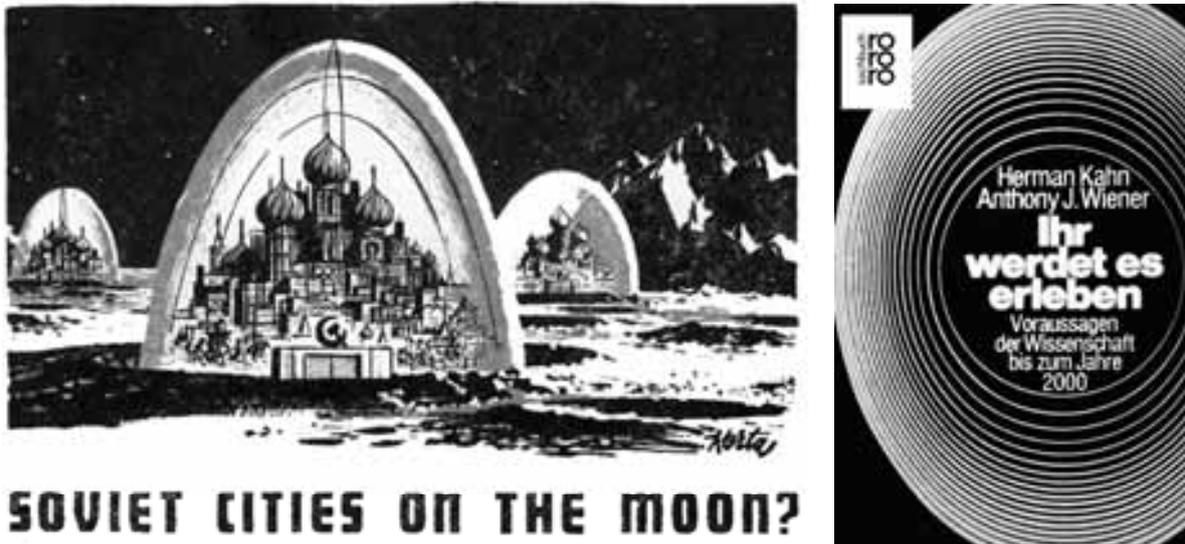


Abb. 23. Sputnik-Schock und Sorge um eine technologische Lücke führten ab 1960 in den USA zu wissenschaftlich fundierten Technologie- und Zukunftsstudien

Das zunehmende Interesse der Öffentlichkeit an der Zukunft, und speziell auch am Jahr 2000, hat in den 1960er Jahren sicherlich auch mit der durch die bevorstehende Mondlandung hervorgerufenen Technikbegeisterung zu tun, aber auch damit, dass nun die meisten Menschen erwarten durften, das Jahr 2000 selbst zu erleben. Die Zahl „2000“ wurde zum Symbol für „modern“ oder „zukünftig“, und „2001“ klang fast schon postmodern – wie in Stanley Kubricks Filmtitel *2001 – Odyssee im Weltraum* (1968). In dieser Stimmungslage rief die American Academy of Arts and Sciences 1965 die *Commission on the Year 2000* ins Leben. Sie sollte die verschiedenen Zukunftsaspekte strukturieren und damit eine Grundlage für Diskussionen und weitergehende Analysen legen. Im Rahmen dieser Arbeiten entstand auch der Bestseller *The Year 2000. A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years* von Herman Kahn und Anthony Wiener [KaW68a], als deutsche Übersetzung erschienen unter dem Titel *Ihr werdet es erleben. Voraussagen der Wissenschaft bis zum Jahre 2000* [KaW68].

In ihrem Buch listen die beiden Autoren hundert technische Neuerungen auf, „welche im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts sehr wahrscheinlich realisiert werden“ und die „eine bedeutsame Veränderung bewirken können“. Als „bedeutsam“ gilt dabei etwas, das aufsehenerregend, überall verbreitet, vielseitig verwendbar, allgemein produktivitätssteigernd oder für einzelne Menschen ungeheuer wichtig ist – damit müsste sich das Internet gleich mehrfach qualifizieren, sollte man meinen. Hier zunächst eine Kostprobe aus der Top-100-Liste:

- Neue Energiequellen für Straßen- und Schienenverkehr (Brennstoffzellen, Magnetfeld-Antrieb)
- Extensive Anwendung von Cyborgmethoden
- Verwendung atomarer Sprengstoffe im Bergbau
- Menschlicher Winterschlaf über Monate oder Jahre
- Aufschiebung des Alterungsprozesses, teilweise Verjüngung
- Synthetische Nahrungsmittel
- Ständig bemannte Satelliten- und Mondstationen, interplanetarische Reisen
- Dauernd bewohnte Unterseestationen, vielleicht sogar Unterseekolonien
- Extensive Verwendung von Robotern als „Sklaven“ der Menschen
- Chemische Methoden zur Verbesserung von Gedächtnis und Lernfähigkeit
- Persönliche Flugplattformen
- Neue Methoden zum schnellen Lernen von Fremdsprachen

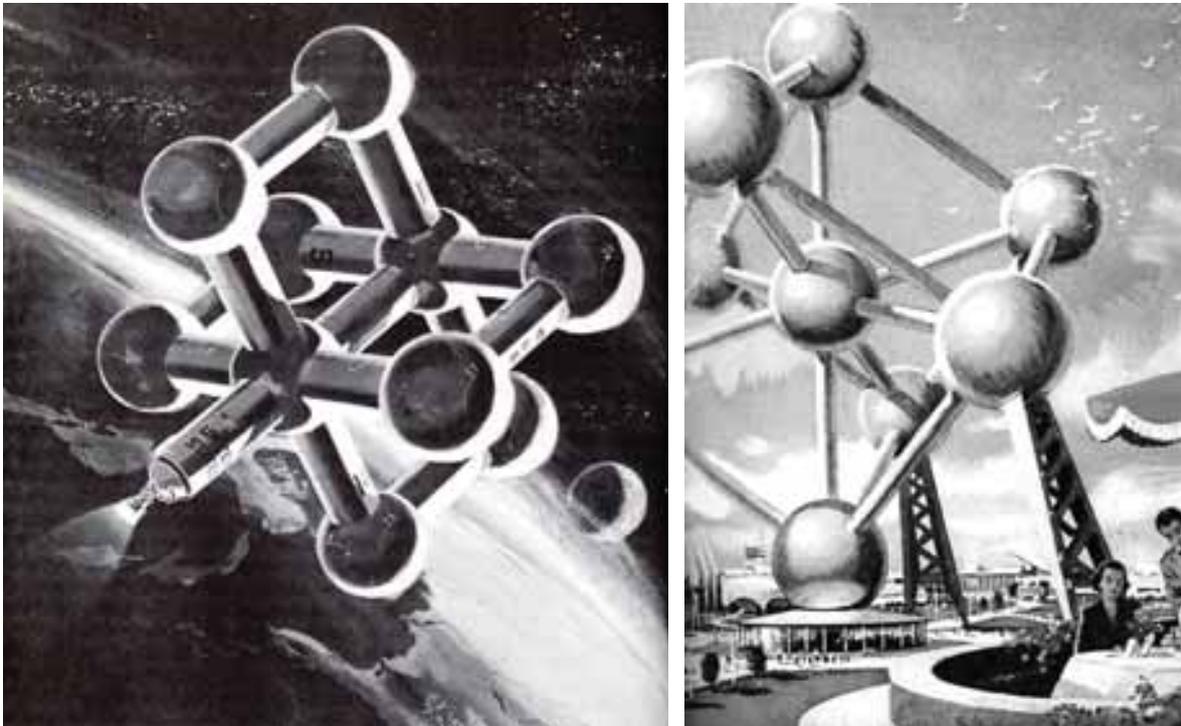


Abb. 24. „Spaceball“, die Vision einer mit Dutzenden von Astronauten ständig bemannten Satellitenstation, und das Atomium der Brüsseler Weltausstellung von 1958, ein 100 m hohes Denkmal an das hoffnungsvoll erwartete Atomzeitalter

Immerhin sagen Kahn und Wiener aber auch, was sie bis zum Jahr 2000 für weniger wahrscheinlich, obschon eigentlich für bedeutsam halten. Unter anderem sind das:

- „Echte“ künstliche Intelligenz
- Nachhaltige, praktisch nutzbare Kernfusion
- Supraleitung bei Zimmertemperatur
- Automatisierte Autobahnen

Matthias Horx [Hor97] meint dazu, dass nicht nur die Prognosen von Kahn und Wiener schon früh der Lächerlichkeit preisgegeben waren, sondern dass so gut wie alle Prophezeiungen der Futurologie der 1950er und 1960er Jahre (er nennt noch: Bergbau auf dem Mond, Flugzeuge für 10 000 Passagiere, Privathubschrauber, Haushaltsroboter, Weltraumfahrt für jedermann, Begrünen der Sahara) der Realität nicht standhielten. Ein vernichtendes Urteil! Den seinerzeitigen Zukunftsskeptikern ging es aber auch nicht besser, wie er schreibt: „Die Mahner und Warner irrten nicht weniger als ihre Widersacher, die Zukunftseuphoriker. *Die Grenzen des Wachstums* liest sich heute ebenfalls wie ein Märchenbuch: Kaum eine Verbrauchsannahme, vom Energieverbrauch über die Rohstoffpreise bis hin zu den Bruttosozialprodukten, stimmt mit der heutigen Wirklichkeit überein.“

Das im Zeitgeist des kalten Krieges mit konservativ geprägter Weltsicht verfasste Buch von Kahn und Wiener enthält auf über 450 Seiten noch einiges mehr, das rückblickend kurios oder zumindest anachronistisch klingt: So wird etwa vorhergesagt, dass Deutschland geteilt bleiben wird und Ostdeutschland mit jedem Jahr legitimer und lebensfähiger wird, es rückt bis zum Jahr 2000 in der Weltrangliste des Pro-Kopf-BNP sogar auf den fünften Platz vor. Amerika blüht eine freizeitorientiert-nachindustrielle Gesellschaft mit 4 Arbeitstagen pro Woche und 13 Urlaubswochen pro Jahr. Dank Informationsverarbeitung in einem nationalen Datenzentrum könne in Zukunft die Regierung alle möglichen komplexen Beziehungen, Ursachen und Wirkungen ausfindig machen und daher das Wirtschafts- und Gesellschaftssystem durch kurzfristige Eingriffe fast in derselben Weise steuern wie ein Pilot sein Flugzeug.

In der Kommunikationstechnik erwarten die Autoren laut ihrer Top-100-Liste bis zum Jahr 2000 Folgendes:

- Kommunikationslaser
- Preiswerte globale, regionale sowie lokale Hochleistungskommunikation (für private und geschäftliche Zwecke), vielleicht mit Hilfe von Satelliten, Lasern und lichtleitenden Röhren
- Praktisch verwendbare drahtgebundene Videoübertragung für Bildtelefon und Fernsehen (für private und geschäftliche Zwecke), möglicherweise mit Wiedergabe von auf Band aufgenommenem Material aus Bibliotheken oder anderen Quellen
- Schnelle Übertragung von Fax (z.B. Nachrichtenmeldungen, Bibliotheksmaterial, kommerzielle Ankündigungen, sofort zugestellte Briefe und sonstiges Druckmaterial)
- Persönliche Funkrufempfänger („Pager“, vielleicht sogar bidirektionale Taschentelefone) sowie andere elektronische Vorrichtungen für individuelle Kommunikation und Datenverarbeitung

Der erste Festkörperlaser, ein Rubinlaser, war erst 1960 für experimentelle Zwecke gebaut worden, dennoch ordnen die Autoren ihm eine wichtige Rolle in der Kommunikation der Zukunft zu: Die Leistungsfähigkeit von Kommunikationssystemen würde durch den Übergang von der klassischen Breitbandtechnik zu

Lasern millionenfach gesteigert. Allerdings stelle die Dämpfung, z.B. durch die Atmosphäre, noch ein Problem dar. Eventuell könne man Vakuumrohre nutzen, spekulieren die Autoren, allerdings müssten dann zur Strahlenbündelung und für Biegungen geeignete Linsen in großer Zahl verwendet werden.

Man sieht daran, dass die Autoren nicht an Glasfaser als Lichtwellenleiter denken. Nun wurden die ersten Glasfaserexperimente zwar schon Mitte der 1950er Jahre durchgeführt, aber erst mit dem Laser konnte man geeignet modulierte Lichtstrahlen erzeugen, und erst 1966 wurde damit die Übermittlung von Telefongesprächen demonstriert. Praktisch genutzt werden Glasfaser-Kommunikationsleitungen erst seit 1977, die erste Transatlantik-Glasfaserverbindung nahm sogar erst 1988 ihren Betrieb auf. Insofern waren Glasfasern wohl einfach noch nicht ausgereift genug, als dass ihnen von Kahn und Wiener in Verbindung mit dem Laser die Bedeutung zuerkannt werden konnte, die sie hinterher bekamen (und ohne die die für das heutige Internet notwendige Bandbreite nicht erzielbar wäre). Trotz noch ungelöster technischer Probleme sind die Autoren in Hinblick auf die Kommunikationstechnologie des Jahres 2000 sehr optimistisch: Es „dürften sich die Kosten der Datenübertragung so sehr vermindern, dass sich die Informationsspeicherung und -wiedergabe in revolutionärer Weise wandeln wird“.

Auch wenn im Buch von Kahn und Wiener die Informationstechnologie auf nur wenigen Seiten abgehandelt wird, wird ihr doch eine bedeutende Rolle unter den maßgeblichen Zukunftstechnologien eingeräumt. Der Klappentext der deutschen Ausgabe schreibt dazu etwas aufreißerisch: „Die Computer werden den Alltag beherrschen. Ihre Speicherkapazität wird millionenmal höher sein als die der heutigen Systeme: Das Gesamtwissen der Erde kann dann auf wenigen Kilogramm dünnster Metallfolie fixiert werden. Der Staat weiß über jeden seiner Bürger mehr als dessen engste Verwandte.“ Den ersten beiden Aussagen kann man rückblickend zustimmen. Das „Gesamtwissen der Erde“ ist aber heute noch lange nicht digitalisiert, und das Gewicht aller Festplatten, CDs, DVDs, memory sticks, Magnetbänder etc. ist zusammen sicherlich höher als nur einige Kilogramm – selbst dann, wenn man alles nur ein einziges Mal speichern würde. Und vermutlich wissen im 21. Jahrhundert Google, Amazon oder die Kreditkartenfirmen viel mehr über die Bürger als der Staat – und oft auch als die Bürger selbst!

Zur allgemeinen Leistungssteigerung von Computern bis zum Jahr 2000 heißt es, dass sich „eine Gesamtverbesserung auf das Fünf- bis Zehnfache“ ergeben dürfte. Hier ist man dann doch enttäuscht! Glücklicherweise entpuppt sich dies aber nur als ein Übersetzungsfehler der deutschen Ausgabe; im amerikanischen Original steht nämlich, dass in den nächsten 33 Jahren mit einem „overall improvement of some five to ten orders of magnitude“ zu rechnen sei – und in dieser *Größenordnung* ist es ja dann auch wahr geworden. Vermutlich unwissentlich hat der Übersetzer die Geschwindigkeitssteigerung also einfach logarithmisch komprimiert und damit unser exponentiell leistungsfähiger werdendes Computerzeitalter ein klein wenig „entschleunigt“...

Für die Informationstechnologie wartet die Top-100-Liste mit einigen Innovationen auf. Da sich bei Zukunftstechnologien, und insbesondere deren potentiellen Anwendungen, die spezifische Terminologie noch nicht herausbilden konnte, die ja gerade im Computerbereich einen sich schnell wandelnden modischen Jargon

darstellt, klingt der Originalton oft etwas hölzern – eben nach verflossener Zukunft. Wie aber hätten die Autoren (oder der Übersetzer) auch auf Begriffe wie „Server“, „application service provider“ oder „E-Learning“ kommen sollen? An Neuerungen durfte man jedenfalls Folgendes erwarten:

- Extensive und intensive Zentralisation (oder automatische Zusammenschaltung) von persönlichen und geschäftlichen Informationen in Hochgeschwindigkeits-EDV-Anlagen
- Im kaufmännischen Bereich allgemeine Verwendung von Computern zum Speichern, Verarbeiten und Wiedergeben von Informationen
- Allgemein zugängliche Datenverarbeitungsanlagen (vielleicht über ein öffentliches Verbundnetz), welche von vielen Teilnehmern im Timesharing-Betrieb von der Firma oder von zu Hause aus verwendet werden können und nach Nutzungszeit abgerechnet werden
- Verwendung von Computern als geistige und berufliche Hilfsmittel (für Übersetzungen, Unterricht, Literatursuche, medizinische Diagnosen etc.)
- Heimcomputer, welche den Haushalt führen und Verbindung mit der Außenwelt haben

Ob Computer stark zentralisiert werden und man nur über eine „Konsole“ angeschlossen ist, oder ob verschiedene Computer über Rechnernetze zusammengeschaltet werden können, war also noch unklar, aber die allgemeine Bedeutung der Datenverarbeitung hat man richtig erkannt: „Individuelle Computer (oder zumindest Konsolen und andere entfernte Eingabegeräte) werden wichtige Einrichtungen für zu Hause, für Schulen, Betriebe und das allgemeine Berufsleben.“ Zum Nutzen der betrieblichen Datenverarbeitung heißt es: „Unmittelbare Analyse und Anzeige von Geschäftsdaten wie Produktverfügbarkeit, Preise, Verkaufsstatistiken, cash flow, Guthaben, Kontostände und Kapitalzinsen, Marktanalysen und Konsumentenvorlieben, Hochrechnungen und so weiter“. Nun war 1967 aber vieles davon, zumindest in Ansätzen, auch schon vorhanden oder konkret geplant (schließlich war für den kaufmännischen Bereich bereits 1960 die Programmiersprache COBOL eingeführt worden), wenn auch nicht integriert, umfassend und interaktiv, so dass eine deutliche Zunahme und Ausweitung des „business computings“ relativ risikolos zu prognostizieren war.

Etwas schwieriger stellt sich dies allerdings bei der privaten Computernutzung dar. Eine gewisse Vorstellung davon, was man mit einem Computeranschluss machen könne, existiert aber immerhin schon, Kahn und Wiener haben dies offenbar von Licklider ([Lic60, Lic67], siehe unten) übernommen: „Eines Tages wird es wahrscheinlich in jeder Wohnung Computerkonsolen geben, die vielleicht mit öffentlichen Versorgungscomputern verbunden sind, so dass jeder Nutzer auf einem Zentralrechner persönlichen Speicherplatz hat, um die Library of Congress zu nutzen, private Aufzeichnungen aufzubewahren, Einkommensteuererklärungen anhand der gespeicherten Belege zu machen, Verbraucherinformation zu erhalten und so weiter.“ Wie der zukünftige Heimcomputer jedoch konkret den Haushalt führt, darüber schweigen sich die Autoren aus. Abb. 25 illustriert die seinerzeitige Vorstellung einer Informationszentrale; die ursprüngliche Bildlegende aus dem

Buch *Kybernetik, die uns angeht* [Jur71], das 1971 erschienen ist, lautet: „Student, Schülerin, Wissenschaftler und Manager: sie werden in Zukunft zur Lösung ihrer Probleme bei einer Datenbank anfragen können, ohne viel Zeit für eine Sucharbeit aufwenden zu müssen“.



Abb. 25. Allgemeine Nutzung einer Informationszentrale in einer Vision von 1971

Eine weitere wichtige zukünftige Anwendung von Computern sei ihre Verwendung zu Lehrzwecken, heißt es bei Kahn und Wiener: „Ein Computer kann Hunderte Schüler und Studenten gleichzeitig unterrichten – jeden an seiner eigenen Konsole zu einem spezifischen Thema; er ist für jede Schulstufe geeignet. Schließlich dürfte das System so gestaltet werden, dass es das Individuelle des Lernprozesses bestmöglich berücksichtigt.“ Der Informatik-Professor Philip Agre von der University of California in Los Angeles kommentiert dies so:¹¹ „The universal online university has been predicted in pretty much its currently hyped form for almost forty years. And we see here the characteristic shortcomings of these predictions: the lack of emphasis on education as socialization into a professional culture, the desire to automate teachers completely rather than providing teachers with advanced tools.“ Der Computer als Hilfslehrer war tatsächlich ein

¹¹ <http://polaris.gseis.ucla.edu/pagre/notes/00-12-26.html>

beliebtes Thema im „kybernetischen Zeitalter“. So heißt es z.B. zu Abb. 26 in [Jur71]: „Angesichts weltweiten Lehrermangels bietet der programmierte Unterricht die Chance für eine wirksame Bekämpfung des Bildungsnotstandes. Der Lehrcomputer entlastet den Lehrer und gibt ihm so die Möglichkeit, sich vermehrt seiner eigentlichen pädagogischen Aufgabe zu widmen.“



Abb. 26. Bekämpfung des Bildungsnotstandes durch Lehrcomputer

Ein bisschen bange werden kann einem bei der Vorstellung von Kahn und Wiener, dass es in Zukunft ein „single national information file“ geben sollte, „eine einzige nationale Informationsspeicheranlage mit allen Daten über steuerliche, rechtliche, sicherheitsrelevante, kreditbezogene, medizinische Aspekte sowie Ausbildungs- und Beschäftigungsdaten über jeden Bürger“. Der Nutzen für den Staat sei offensichtlich. (In der deutschen Übersetzung des Buches wird in Klammern übrigens angemerkt, dass dabei „die Gefahr des Missbrauchs“ gegeben sei.)

Ein wenig Spekulation auf Science-Fiction-Niveau bieten die Autoren auch beim Computer noch: „Bis zum Jahr 2000 werden Computer wahrscheinlich manche der ‚menschlichen‘ intellektuellen Fähigkeiten erreichen, simulieren oder übertreffen können. Sie werden vielleicht ästhetische und schöpferische Eigenschaften des Menschen nachahmen und zusätzliche Fähigkeiten besitzen, die der Mensch nicht hat.“ Das war eine totale Fehlprognose! Einer anderen Aussage kann man dagegen rückblickend unmittelbar zustimmen: „Die Fähigkeit, einen Computer geschickt zu bedienen und vielseitig anzuwenden, wird verbreiteter und vermutlich leichter sein, als Bridge zu spielen oder Auto zu fahren.“

Kahn und Wiener beschleicht auch eine Ahnung, dass das Informationszeitalter generell gewaltige, aber im Voraus nicht genauer bestimmbarere Auswirkungen haben könnte – den Teil des Buches über Elektronik, Computer, Informationsverarbeitung und Laser beschließen sie mit den Worten: „Die Kombination von ‚computer utilities‘, weitverbreiteten Computerkonsolen, Laserkommunikation und einer ungeheuren Informationsverarbeitungskapazität kann den westlichen Lebensstil bis zum Jahr 2000 völlig ändern.“ Nur den westlichen? Heute, 40 Jahre später und eingetaucht in das globalisierte Internetzeitalter, sehen wir, dass davon auch fast alle anderen Kulturen maßgeblich betroffen werden.

Wie präzise waren die Prognosen von Kahn und Wiener im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie? Den PC für jedermann haben sie so nicht vorhergesehen, sie sprechen stattdessen von Computerkonsolen, also „Terminals“, über die man von Zuhause aus mit einem zentralen Server verbunden ist. Vor allem die Nutzung eines PCs oder ähnlichen Apparates als interaktives und vernetztes Multimedia-Gerät kommt in den Zukunftsprojektionen nicht vor. Matthias Horx [Hor97] merkt zu diesen und anderen Vorhersagen an: „Die Visionen vom Computer gingen großteils in die falsche Richtung. Man träumte bis weit in die 80er von gigantischen Giga-Rechnern, von ‚Denkgehirnen‘ und Expertensystemen, die ganze Regierungen ersetzen konnten. Die Vernetzung vieler kleiner Homecomputer zu einer weltweiten Gemeinde von Freaks und Hackern, die Hochzeit zwischen Subkultur und Hochtechnologie, hat selbst nach der Erfindung des berühmten Apple-Computers niemand vorausgesehen.“ Horx zieht daraus den Schluss: „Zukunft wird nicht von Technologie alleine bestimmt“.

Ist das Internet, so wie wir es heute kennen, also eher ein kulturelles, jedenfalls ein nicht-technisches Phänomen? War die „Hochzeit zwischen Subkultur und Hochtechnologie“ eine der Voraussetzungen dafür? Hätten – trotz aller fortschrittlicher Technologie – denkverkrustete staatliche Institutionen, profitorientierte Medienriesen, schwerfällige Telekommunikationsfirmen oder phantasielose halb-öffentliche Versorgungsunternehmen das niemals hinbekommen? Spielten die Universitäten und Wissenschaftsinstitutionen mit ihrem spielerischen Freiraum für Ideen und Experimente, für die man weder Plan, Antrag noch Rechtfertigung benötigt, vielleicht eine wesentliche Rolle?



Abb. 27. Walkie-Talkie und Autotelefon um 1960

Jedenfalls war am Ende der 1960er Jahre das Internet mit seiner wirtschaftlichen und kulturellen Bedeutung auch für Kahn und Wiener noch nicht vorherzusehen. Nicht einmal dem Mobiltelefon geben sie (gegenüber dem „Piepser“-Rufsystem) eine wirkliche Chance, nur in Klammern wird an einer Stelle ein „pocket phone“ (in der deutschen Übersetzung mit „Taschensende- und Empfangsgerät“ bezeichnet) als Möglichkeit erwähnt – thematisiert wird es im Buch nicht weiter. Dabei wäre dies als Verlängerung technischer Trends eigentlich prognostizierbar gewesen, denn nicht nur Walkie-Talkies für Militär und Polizei,

sondern auch private Autotelefone (allerdings noch auf Analogtechnik basierend, 15 kg schwer und über 10 000 DM teuer) gab es seinerzeit ja schon lange: Das mobile A-Netz wurde beispielsweise in Deutschland bereits Mitte der 1950er Jahre eingerichtet. Natürlich waren 1967 die Basistechnologien (wie Pulsecode-modulation oder digitale Signal- und Informationsverarbeitung) für das Handy in seiner heutigen Ausprägung und Funktionalität noch nicht verbreitet, stellten für Experten aber auch kein Geheimnis dar. Es scheint eher so, dass man – im Unterschied zu den weiter oben erwähnten Amateurfuturologen zu Beginn des 20. Jahrhunderts – dem Mobiltelefon keine wirtschaftliche oder kulturelle Bedeutung beigemessen hatte.

Noch etwas anderes wird in der Rückschau deutlich: Auch der Einfluss von miniaturisierten Computern (der erste Mikroprozessor, der „4004“, wird von Intel erst 1971 vorgestellt) auf die Industrie, die Digitalisierung der Maschinensteuerungen, die Vernetzung von Produktionsmitteln und die Ausstattung von allen möglichen Produkten und Geräten – Autos, Waschmaschinen, Fotoapparate etc. – mit eingebetteten Computern (sowie die dabei durch programmierte Steuerung ermöglichte Flexibilität und der durch Software erzielbare Produktmehrwert) werden von Kahn und Wiener nicht vorhergesehen. Dies, obwohl das Buch ein Kapitel *Automation and Cybernation* enthält, und obwohl die (analogbasierte) elektronische Steuerung und Regelung bei größeren technischen Einrichtungen schon länger verbreitet war; selbst Digitalrechner wurden – in der Form von Prozessleitrechnern – schon in den 1960er Jahren zur Steuerung und Regelung von Produktionsprozessen in der „automatischen Fabrik“ eingesetzt. So schreibt z.B. Pollock 1964 [Pol64]: „Als erstes Chemieunternehmen Europas lässt die BASF einen ihrer großtechnischen Syntheseprozesse in vollautomatischer Arbeitstechnik durch einen elektronischen Digitalrechner steuern. Er berechnet aus den Zustandsgrößen des chemischen Prozesses automatisch die bestmögliche Betriebsweise und stellt die hierfür erforderlichen Änderungen der Synthesebedingungen direkt an den Regeleinrichtungen der Anlage ein.“ Aber offenbar war die Vorstellung, einen stark verkleinerten Computer in Maschinen und Geräte selbst einzubauen und diese in digitaler Form zu steuern, damals doch noch zu weit hergeholt. Von Kahn und Wiener wird zwar die „Large Scale Integration“ (LSI) kurz angesprochen, damit realisierte integrierte Schaltkreise sollen aber vor allem der „Verbesserung der Computer“ dienen, und nur vage wird erwähnt, dass bald militärische und kommerzielle Anwendungen mit LSI-Technik erscheinen sollten. Der sich aus der Fortentwicklung dieser Technik ergebende Mikroprozessor oder das „embedded system“ wird nicht vorhergesehen.

Weitere Expertenmeinungen aus den 1960er Jahren

Im Jahr 1964 publizierte die britische Zeitschrift *New Scientist* unter dem Sammeltitle „1984“ einhundert Artikel mit Zukunftsprognosen illustrierter Experten – „Wissenschaftler, Schriftsteller und Publizisten aus fünf Kontinenten“, wie es in der Ankündigung heißt. Bereits ein Jahr später erschienen die Aufsätze sorgfältig

auf Deutsch übersetzt in der Reihe „Modelle für eine neue Welt“, herausgegeben von Robert Jungk¹² und Hans Josef Mundt [JuM65].

Wie stellen sich nun die vom *New Scientist* angesprochenen Koryphäen die Zukunft, insbesondere bei der Informations- und Kommunikationstechnik, vor? Ein Aspekt, oder vielleicht eher Zukunftswunsch, der mehrfach angesprochen wird, ist E-Mail – auch wenn dies damals natürlich noch nicht so bezeichnet wurde. So schreibt z.B. J.D. Clare, Direktor der Standard Telecommunication Laboratories in Harlow [Cla64]: „Man könnte sich eine Anlage denken, die alle benötigten Briefe, Korrespondenzen usw. direkt in die Schreibmaschinen des Adressaten überträgt, wodurch alle noch heutzutage nötigen Arbeiten wie Kuvertieren, Frankieren und Versenden von Post wegfallen.“ Auch ein elektronischer Zugriff auf das Firmenarchiv wäre wünschenswert und denkbar: „Auf die gleiche Art könnte eine ganze dezentralisierte Firma oder sonstige Organisation von allen ihren einzelnen Büros aus elektronischen Zugang zu benötigten Archiven haben, die in Form von Informationsspeichern konstruiert sind und auf Abruf benötigte Informationen in Form von reproduzierten Dokumenten liefern oder nur als flüchtiges Bild auf einer Kathodenstrahlröhre.“ Auch J.R. Pierce, bekannter Wissenschaftler bei den Bell-Labs und Pionier der Satellitenkommunikation (Telstar), äußert sich ähnlich [Pie64]: „Ich könnte mir denken, dass man nicht nur denjenigen Teil der Geschäftskorrespondenz, der heutzutage per Luftpost geschickt wird, sondern darüber hinaus fast alle Geschäftsangelegenheiten durch ein solches elektronisches Sende- und Empfangssystem übermitteln wird. Darüber hinaus werden Übertragungen digitaler Art wesentlich gebräuchlicher sein als heute und vielleicht auch in den Privathaushalt vordringen zur Durchführung von Theater- oder Hotelreservierungen sowie zum Wareneinkauf auf elektronischem Wege.“

Die Erwartungen an die Zukunft der Computer formuliert Arthur L. Samuel, KI-Pionier und seinerzeit tätig im Forschungsbereich der IBM, zuvor auch bei den Bell-Labs und später, ab 1966, als Professor in Stanford [Sam64], so: „Man kann mittels seines Rechneranschlusses in den zahllosen Romanen ‚schmökern‘, die in einer fernen Zentralbibliothek gesammelt sind, sich jeden Film ansehen, der jemals gedreht wurde – natürlich gegen eine gewisse Gebühr, denn die Filmindustrie kann ja nicht von der Luft leben. Oder man kann sich über die Fördermengen der bolivianischen Zinnbergwerke vom Vortag orientieren.“ Hier wird also eine Vision vom schnellen Zugriff auf beliebige Informationen dargelegt, wie wir sie heute mit Internet und WWW schon ein gutes Stück weit realisiert haben – auch wenn (trotz Google) der Weg zu einer umfassenden Digitalisierung der Bib-

¹² Der Wissenschaftspublizist Robert Jungk (1913-1994) war der seinerzeit wohl bedeutendste europäische Antagonist zu der eher regierungsnahen und technikoptimistischen amerikanischen Zukunftsforschung, wie sie beispielhaft von Herman Kahn vertreten wurde. Er veröffentlichte in der genannten Reihe Studien und Aufsätze, die nicht nur das „Blaue vom Himmel“ versprachen, sondern auch die Schattenseiten der fortschreitenden Verwissenschaftlichung und Technisierung des Lebens aufzeigten (www.itas.fzk.de/tatup/041/huen04a.htm). Bekannt wurde Jungk vor allem durch sein 1952 erschienenes Buch *Die Zukunft hat schon begonnen*, in dem er sich kritisch mit den Einflüssen der hochentwickelten Technik auf das Leben der modernen Gesellschaft auseinandersetzt.

liotheksinhalte noch lang ist. Im Unterschied zu vielen anderen Zukunftsschwärmern wird auch angesprochen, dass hierfür ein Geschäftsmodell notwendig ist.

Eine Illusion geblieben ist bisher allerdings folgende Prognose von Samuel: „Eine weitere bedeutende Funktion der Rechenanlagen ist die der Übersetzung von Fremdsprachen. Man kann nicht nur eine gewünschte Information in der Sprache seiner Wahl aus dem Zentralarchiv erhalten, sondern auch per Telefon automatische Übersetzungen anfertigen lassen. Zwar wird diese Anwendung nicht allgemein verbreitet sein, weil sie teuer ist und weil die Tendenz immer mehr zu einer gemeinsamen Weltsprache geht. Immerhin aber wird es möglich sein, in irgendeinem fremden Land anzurufen und sich mit jedermann in der eigenen Muttersprache zu unterhalten, wobei lediglich durch die automatische Übersetzung eine kleine Verzögerung eintritt, die durch die Verschiedenheit der Satzstruktur und Wortreihenfolge bedingt ist.“ Tatsächlich war der Glaube daran, dass man die automatische Sprachübersetzung in absehbarer Zeit fast perfekt hinbekommen würde, in den 1960er Jahren weit verbreitet. Ähnlich äußert sich zum Beispiel 1966 auch Karl Steinbuch, renommierter Professor an der Universität (bzw. damaligen Technischen Hochschule) Karlsruhe und einer der Pioniere der Informatik in Deutschland, in seinem vielbeachteten Buch *Die informierte Gesellschaft* [Ste66]. Er postuliert darin einen Automaten, „der gesprochene Sprache erkennt, übersetzt und dann in einer anderen Sprache wieder hörbar produziert. Ein solcher Automat könnte in den nächsten zwei oder drei Jahrzehnten gebaut werden.“

Etwas rätselhaft bleibt, wieso Samuel meint, dass ein automatischer Übersetzungsdienst teuer sein würde. Vielleicht ist er voreingenommen durch die hohen Preise damaliger Großrechner (die nur „gebündelt“ mit ihrer Software verkauft wurden) und kann sich einen Massenmarkt von PCs, Software und Netzdiensten mit anderen ökonomischen Gesetzen nicht vorstellen. Ebenso entspricht sein Glaube an den Lehrcomputer dem Zeitgeist, ähnlich wie wir es weiter oben bei Kahn und Wiener schon vernommen haben: „Auch die Frage der Lehrmaschinen ist in diesem Zusammenhang von Interesse. Diese Maschinen werden so hochgradig entwickelt und so weit verbreitet sein, dass es dann Meister-Computer geben wird, die eine Vielzahl von ‚untergebenen‘ Rechnern anleiten und steuern. Diese ‚Hauptgehirne‘ haben die Fähigkeit, aus Erfahrung zu lernen sowie den Lehrstoff und auch die vorherrschende Ideologie entsprechend den wissenschaftlichen Fortschritten und den sich wandelnden gesellschaftlichen Sitten zu verändern. Man kann auf diese Weise eine vollständige Ausbildung zu Hause mit Hilfe des eigenen Rechners durchlaufen.“

Nett ist schließlich noch folgende Vorhersage von Samuel für das Jahr 1984: „Auch das Komponieren von Musik wird zumindest im Bereich der Unterhaltungsmusik zum Teil von Rechnern bewerkstelligt werden. Ein neues Hobby wird vielleicht darin bestehen, dass die Menschen miteinander wetteifern, wer mit Hilfe seines eigenen Rechners die beste Stimmungsmusik hervorbringt. Echte Literatur wird der Elektronenrechner nicht schaffen können, wohl aber wird er Unmassen von Kriminalromanen hervorbringen.“

Auch die Haushaltsroboter fehlen natürlich in der 1960er-Jahre-Vorausschau nicht. M.W. Thring, Professor für Maschinenbau am Queen Mary College in

London, meint, dass man schon bald Roboter haben könnte, die alle Routinetätigkeiten im Haus erledigen und generell den Menschen von schwerer Arbeit befreien [Thr64]. Er prognostiziert einen „technischen Sklaven, der auf die Eigenheiten einer jeden Wohnung abgerichtet und so programmiert werden kann, dass er ein halbes Dutzend oder mehr Routinearbeiten automatisch auszuführen vermag, z.B. Bodenscheuern, Kehren, Abstauben, Geschirrspülen, Tischdecken und Bettenmachen“, wenn er von der Hausfrau eingeschaltet wird. Der Roboter würde andere spezialisierte Maschinen bedienen, etwa einen Staubsauger oder eine Waschmaschine. Weiter schreibt Thring ganz optimistisch: „Für alle mit der Konstruktion eines solchen Roboters verbundenen Probleme liegen die Lösungen bereits heute in greifbarer Nähe. Ein intensives Forschungsprogramm vorausgesetzt, könnte ein solcher Roboter wahrscheinlich innerhalb von zehn Jahren entwickelt werden.“



Abb. 28. Haushaltsroboter als Butler in einer Vision von 1929 sowie als Bettgefährte von Barbarella im Jahr 1964

Auch zum Akzeptanzproblem äußert er sich: „Bei einer Diskussion mit Hausfrauen über einen solchen Roboter zeigten sich 90 Prozent der befragten Frauen bereit, einen Roboter sofort zu kaufen, wenn es ihn gibt. Nur 10 Prozent äußerten eine gewisse Scheu, einen so unheimlichen Gesellen um sich zu haben. Diese Bedenken verflogen jedoch zumeist, wenn ihnen erklärt wurde, dass man ihn jederzeit abschalten oder sogar zwingen könne, in seinem Schrank zu verschwinden. Der Roboter wurde dann als sehr begehrenswert betrachtet.“

Thring war, wie wir heute wissen, viel zu optimistisch. Zwar wurden die ersten Industrieroboter (Unimate) schon 1961 bei General Motors in der Automobilherstellung eingesetzt; die Gründe, die zu ihrem Erfolg beitrugen, lassen sich aber nicht direkt auf den häuslichen Bereich übertragen. Eine Wohnung ist viel weniger

strukturiert als eine industrielle Produktionsstätte, und die Abläufe sind viel komplexer: Eine simple Programmierung auf eine bestimmte Aufgabe hin genügt daher nicht, ein Haushaltsroboter müsste schon ein gehöriges Maß an künstlicher Intelligenz besitzen, um so flexibel einsetzbar zu sein, wie Thring es sich vorstellt. Die Schwierigkeiten, die im Nachahmen intelligenzbehalteter menschlicher Tätigkeiten bestehen – auch wenn es sich um so „niedrige“ Tätigkeiten wie Staubwischen oder Geschirrspülen handelt – hatte man in den 1960er Jahren jedoch generell deutlich unterschätzt.

Präziser sind die um die gleiche Zeit entstandenen Vorhersagen des bereits oben erwähnten Nachrichtentechnikers Karl Steinbuch. Er schreibt in seinem Buch *Die informierte Gesellschaft* [Ste66]: „Versucht man zu phantasieren, welches wohl der langfristige Endstand der Fernsprechtechnik sein könnte, so kommt man wohl zu folgender Vorstellung: Mit Hilfe eines so kleinen und leichten Gerätes, dass es nicht lästig ist, es dauernd bei sich zu führen [...] sollte es ermöglicht werden, jeden beliebigen anderen Menschen, wo immer er sich auch befinde, mühelos ansprechen und sich mit ihm unterhalten zu können. Es gibt keinen ernsthaften Grund, dass dieses Ziel in mehreren Jahrzehnten nicht erreicht werden könnte.“ Wie Recht er hatte! Ob die Nokias und Motorolas der Welt allerdings damit einverstanden sind, dass nunmehr, vier Jahrzehnte später, der „Endstand“ der Entwicklung erreicht sei, das darf wohl bezweifelt werden!

Interessant sind auch entsprechende Äußerungen von Sir Leon Bagrit, Vorsitzender der britischen Elliott-Automation (die später in GEC und dann in ICL, der *International Computers Ltd*, aufging), einem Apologeten der Automatisierung. Er wurde 1964 von der BBC eingeladen, eine Reihe von Rundfunksendungen zum Thema *The Age of Automation* zu gestalten. Er äußerte darin seine Überzeugung, dass man sich für die Zukunft persönliche Computer vorstellen müsse, die so klein seien, dass man sie im Auto mitnehmen, ja sogar in die Tasche stecken könne. Ein solcher Computer könne ähnlich wie ein Radiogerät an ein landesweites Netz angeschlossen werden und „normalen Menschen“ auf Abfrage beinahe beliebige Informationen liefern, die für sie nützlich wären. Ferienreisende könnten sich so beispielsweise über das Wetter informieren; Autofahrer würden bei Verkehrsstau alternative Fahrrouten erhalten.

Ähnlich, wenn auch etwas zurückhaltender, äußert sich fast zur gleichen Zeit in den USA Gordon Moore. Moore ist heute allseits wegen des nach ihm benannten „Gesetzes“ bekannt, entsprechend dem sich die Computerleistung (bei weitgehend konstantem Preis) etwa alle



Abb. 29. *Die informierte Gesellschaft* von Karl Steinbuch [Ste66]

zwei Jahre verdoppelt. Er präsentierte diese These erstmalig 1965 in seinem auch heute noch lesenswerten Beitrag *Cramming more components onto integrated circuits* [Moo65] zum 35-jährigen Jubiläum der Fachzeitschrift *Electronics*. Fast untergegangen ist aber eine andere bemerkenswerte Aussage in dieser Veröffentlichung, mit der er andeutet, was durch eine exponentielle Leistungssteigerung schließlich möglich sein sollte: „Integrated circuits will lead to such wonders as home computers – or at least terminals connected to a central computer – automatic controls for automobiles, and personal portable communications equipment.“ Moore sagt also, wohlwollend interpretiert, nicht nur das Mobiltelefon voraus, sondern auch noch den PC zuhause – wenn er auch vor seiner eigenen Aussage zu einem Zeitpunkt, als noch nicht einmal elektronische Taschenrechner üblich waren, erschrickt und sich auch mit Terminals zufrieden geben würde. Die Herausgeber von *Electronics* fanden das anscheinend so absurd, dass sie eine Karikatur hinzufügten, in der ein Kaufhausverkäufer neben dem Kosmetikstand dem Publikum in einer Verkaufsaktion seine schuhkartongroßen „Handy Home Computers“ anpreist.

Übrigens hat Moore selbst ganz vergessen, was er damals vorhergesagt hatte, gestand er 2005 in einem Interview – er habe sich erst neulich wieder daran erinnert, als er seinen Aufsatz nochmals gelesen habe. Tatsächlich hat er später, als CEO von Intel, nicht mehr recht an den Heimcomputer geglaubt [Nic05]: „An engineer came to me with an idea about a home computer“, erinnert er sich. „I said, ‚Gee, that’s fine but what would you use it for?‘ He could only think of a housewife using it to keep recipes on. I didn’t think that would be a very powerful application, so I didn’t think Intel should pursue a personal computer at that time.“

Ähnliche Schwierigkeiten, sich den praktischen Alltagsnutzen persönlicher Computer vorzustellen, hatte 1962 auch John Mauchly, einer der ENIAC-Konstrukteure. In einem Zeitungsbeitrag der New York Times [NYT62] drückt er zunächst seine Erwartung in technischer Hinsicht aus: „The present emphasis on miniaturizing components of missiles and spacecraft will inevitably result in developing small, inexpensive computers within the reach of almost everyone.“ Bald würde jeder seinen eigenen Computer haben, und es gäbe keinen Grund anzunehmen, dass dann nicht jeder normale Jugendliche mit einem Computer im Westentaschenformat umgehen könne. Wozu aber sei dieser nütze? Mauchly fällt nur ein, dass die Hausfrau der Zukunft damit ihre Einkaufsliste zusammenstellen könne und ihr dann im Geschäft die bestellte Ware automatisch auf einer Rutsche entgegengeschlittert käme, gleichzeitig würde mit dem Taschencomputer der Bezahlvorgang vom computerisierten Bankkonto eingeleitet werden.

50 Jahre Zukunft – Kommunikation und Elektronik 2012

Aus Anlass seines 50-jährigen Bestehens unternahm 1962 der amerikanische Berufsverband *Institute of Radio Engineers* ein interessantes Unterfangen – prominente Mitglieder, Experten in ihrem jeweiligen Fach, sollten versuchen, 50 Jahre in die Zukunft, also in das Jahr 2012, zu blicken. Nicht immer ist alles in

den Beiträgen so ganz ernst gemeint – angesichts der Aufgabenstellung fand mancher Autor offenbar Spaß am Fabulieren –, wir wollen hier aber einige Highlights der seriöser geschriebenen Artikel zusammenfassen [IRE62]:

Im Jahr 2012 sind miniaturisierte Computer so preiswert geworden, dass sich jeder Student seinen eigenen leisten wird, so wie 1962 jeder Student einen Rechenschieber besitzt. Elektrische Schreibmaschinen reproduzieren getippten Text über Kontinente hinweg, und Videokameras sind nur noch einen Zoll breit und zwei Zoll lang. Musik wird auf Molekularspeichern abgelegt, so dass mechanische Antriebe zur Musikwiedergabe (wie bei den Schallplattenspielern) überflüssig werden. Autos werden elektronisch gesteuert – „the driver is limited to push-buttoning his chosen exit“.



Abb. 30. Ein automatisch gesteuertes Auto: „Der Fahrer kann sich seinen Mitfahrern zuwenden und sich mit ihnen ganz ungeniert unterhalten.“

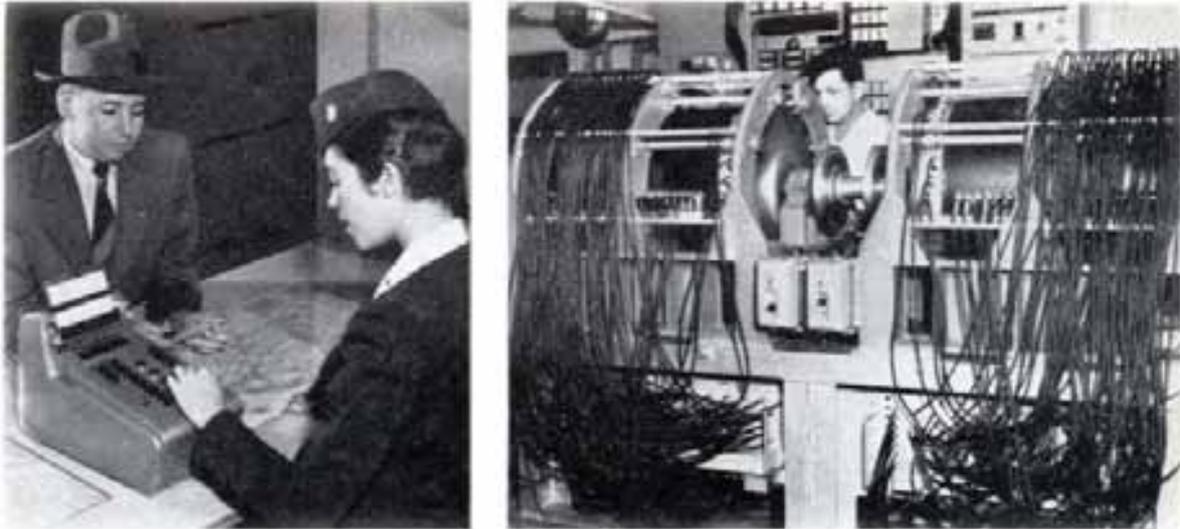
Natürlich wird es im Jahr 2012 einen (auch als Bildtelefon nutzbaren) „two-way three-dimensional color stereophonic TV set“ in jeder Wohnung geben (mit einer Glanzmagazin-Bildqualität, ganz ohne die notorischen Interferenzen der 1962er Flimmerkisten), genauso wie ein Heimfax, um Bilder und Schriftmaterial zu empfangen – denn fast alle Briefe werden jetzt elektronisch übermittelt. Statt der normalen Zeitung abonniert man meistens die Telezeitung. Man hat elektronischen Zugang zu Bibliotheken und kann den Inhalt selbst der seltensten Bücher innerhalb weniger Minuten beim „neighborhood information service“ verfügbar machen. Lexika werden Animationen enthalten, und Sprechbücher kann man

jederzeit durch direktes Anwählen des Festkörperspeichers der Zentralbibliothek erhalten. Angesichts der vielen technischen Segnungen müsse man rückblickend aus der Zukunft den Menschen des Jahres 1962 eigentlich bedauern, heißt es: „He could not sit in his living room and study any area of any science he wished. If he became sick, his doctor had to rely on the contents of his own brain, rather than being able to dial Medical Diagnostics for assistance.“



Abb. 31. Vision eines Bildtelefons der Zukunft

Die Zukunft des Jahres 2012 hat noch mehr zu bieten: Bargeld gibt es nicht mehr, höchstens noch Münzen für Verkaufsautomaten. Anstelle von Banknoten nutzt man eine kodierte Identifikationskarte; die Steuer wird bei jeder Geldtransaktion automatisch abgezogen. Seine Einkäufe erledigt man vorwiegend von Zuhause aus, indem man den Bestellkatalog in Form eines zigaretenschachtelgroßen „memory packs“ (mit bis zu 10^{20} Bit) in den „home viewer“ schiebt, der die Ware in ganz realistischer Weise darstellt. Der Bestellkatalog wird laufend aus der Ferne aktualisiert, hierzu werden unhörbare Signale benutzt, die über die Telefonleitung ins Haus geschickt werden. Produktwerbung ist übrigens eine Angelegenheit der Vergangenheit, da es keine Papierzeitungen und -zeitschriften mehr gibt und Konsumenten sich sowieso jederzeit auf Knopfdruck über Produkte informieren können. Auch Reservierungen von Hotelzimmern und Flügen macht man aus der Ferne: „In the future, we would step up to a telephone-like device and, after consulting something much like a telephone book, dial a reservation request. The instrument will respond by giving a red signal, meaning ‚no‘, [...]“. Die Vorteile eines automatischen Reservierungssystems seien offensichtlich: Man vermeidet gegenüber dem klassischen manuellen Reservierungsprozess Fehler, Verwirrung, Unsicherheit und Enttäuschung.



Electronic Machine Speeds Flight Information to Area Offices

American Airlines has turned to an electronic machine to provide fast, accurate flight information to all its offices in the New York area. The machine, the Magnetric Reservisor, is already in use, handling reservations automatically. In its new utilization, information on all flights, incoming and outgoing, is fed into the whirling drum that is the machine's "memory,"

and is then available at any airline office in the area. To obtain the information, an agent has only to push a simple combination of buttons on the branch-office keyboard. The answer is returned in flashing lights. Immediately available flight information allows the agent to answer queries at once instead of checking bulletin-board postings.

Abb. 32. „Magnetric Reservisor“ – ein Flugbuchungssystem von 1955

Interessant ist, wie vorsichtig die Experten die zukünftige Breitband-Kommunikationsinfrastruktur im Weitverkehrsbereich beurteilen. An Koaxialkabel wollen sie nicht recht glauben, dies sei bei Datenraten, die aufgrund von Bildtelefonie und anderen neuen Diensten zwischen den Städten 50 bis 100 GHz im Basisband erforderlich machen könnten (für den gesamten Transatlantikverkehr sollten übrigens 2 GHz ausreichen), nicht ökonomisch. Mikrowellen-Richtfunkstrecken seien für die erforderlichen Bandbreiten auch nicht geeignet und würden den Äther verstopfen. Denkbar wären vielleicht Kupfer-Hohlleiter oder noch zu entwickelnde optische Gas-Maser zusammen mit modulierten Lichtstrahlen in unterirdisch verlegten Vakuumrohren. Hier zeigt sich, dass zu diesem Zeitpunkt der Laser (bzw. Maser) gerade eben erst erforscht wurde und nicht klar war, inwieweit er sich für die Breitbandkommunikation eignen würde – insbesondere wusste man noch nicht, wie man das Multiplexen vieler Kanäle auf einem Laserstrahl erreichen kann. Glasfaser-Lichtwellenleiter sind – obwohl 1962 bereits seit einigen Jahren im Labor erprobt – noch kein Thema.

Erstaunlich ist, dass das Mobiltelefon (bzw. das Funkgerät am Armband) bei den „radio engineers“ 1962 schlecht wegkommt; ähnlich wie Kahn und Wiener geben sie ihm keine baldige Zukunft. Offensichtlich können sie sich nicht vorstellen, dass schon weit vor dem Jahr 2012 viele Leute die ständige Erreichbarkeit als nützlich empfinden und es zum Lebensstil vieler gehört, auch Belangloses jederzeit seinen Lebenspartnern oder Schulfreundinnen mitteilen zu können: „What

fraction of the ultimate tiny wrist set – which permits to seek voice communication with any other individual – will be realized in fifty years? Probably a very small fraction. The bulk of individual mobile communication will still be carried in automobiles. The tiny wrist set may only later emerge, designed for the amazement of stockholders at their annual meeting.“

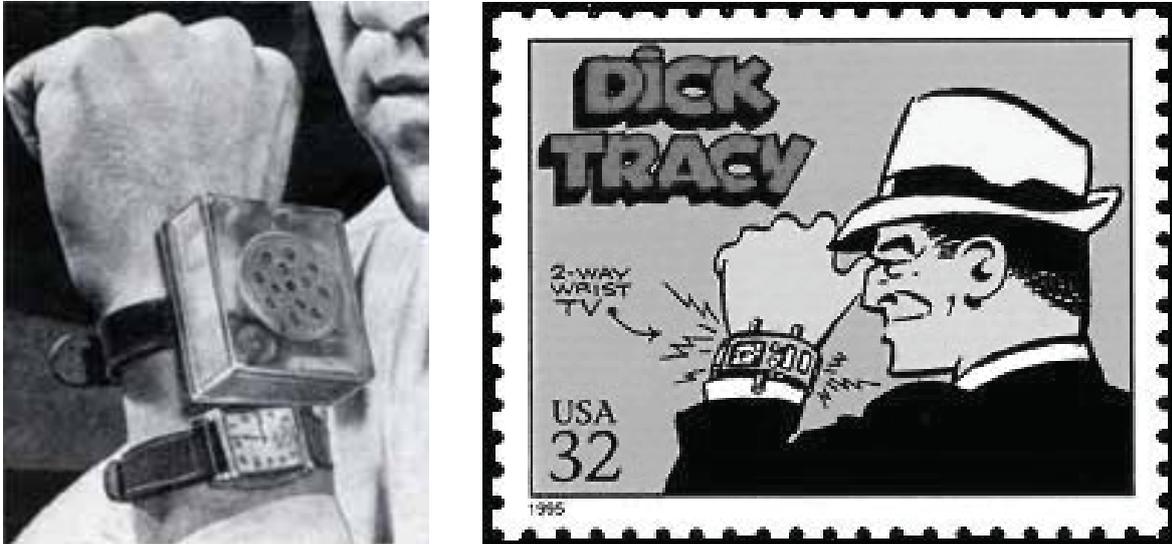


Abb. 33. Armband-Mobiltelefon: Prototyp von 1947 und Comic-Kultdetektiv Dick Tracy in Aktion

Selbstverständlich denkt man bei der Computernutzung auch wieder an die automatische Sprachübersetzung: „Telegrams are simultaneously translated into, and typewritten by, the language of the receiver“. Auch war klar, dass die Übersetzungsmaschine des Jahres 2012 portabel sein würde: „By hyper-miniaturization of electronic parts the translating machine is reduced to such an extent that it can easily be carried by hand“. Der Nutzen der automatischen Sprachübersetzer sei enorm: Da dann nicht nur jeder mit jedem kommunizieren kann, sondern auch noch jeder jeden versteht, würde diese Technik „gradually bring about the development of mutual confidence and understanding among the peoples of the world, so that war will be outlawed.“

Auch Lehrcomputer wird es 2012 natürlich geben. Dank Timesharing der „intellektuellen Systeme“ genügt ein einziger Computer für Millionen von Schülern, der zudem auf die individuellen Bedürfnisse jedes Einzelnen eingeht. „It will make available the best education in any subject, anywhere, any time, to any one“. Überhaupt trägt die Hochtechnologie der Zukunft sehr zum Wohle der Menschheit bei: Da technisch unterstütztes Kommunizieren und Handeln über beliebige Entfernungen hinweg weit verbreitet und sehr bequem ist, sind Faulheit und Ignoranz, die Hauptfeinde der Demokratie, eliminiert. Statt im Parlament kann jetzt viel öfter durch die Bevölkerung direkt abgestimmt werden; die Mehrheitsmeinung wird auch automatisch sofort ermittelt und angezeigt.

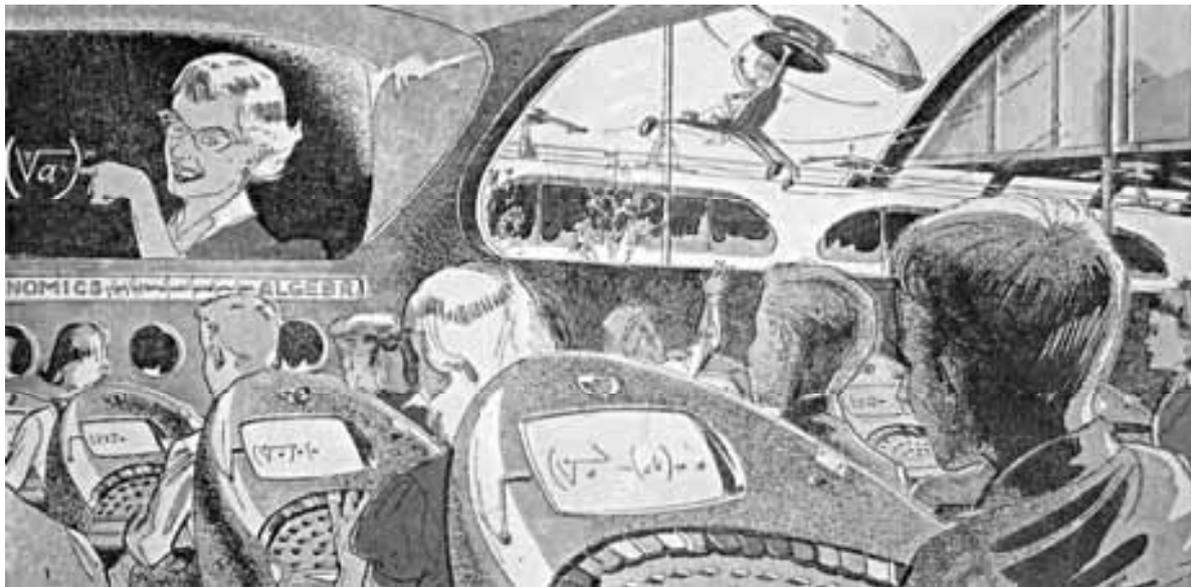


Abb. 34. Schüler an den Konsolen eines Lehrcomputers

Den größten Nutzen zieht die Menschheit des Jahres 2012 allerdings aus den Denkmachines, die viel klüger als der schlaueste Mensch sind. Es handelt sich um symbolisch arbeitende Computer, welche ihre Denkergebnisse in natürlicher Sprache kundtun. Nur mit ihrer Hilfe ist es noch möglich, die gewaltigen und drängenden sozialen Probleme zu analysieren und anzugehen, die die technologische Revolution nach sich zieht. Da solche Maschinen aber Tatbestände und Regeln in klarer und eindeutiger Art und Weise benötigen, hat dies noch einen weiteren Effekt: „They will create pressure for a common universal, completely logical and consistent kind of language. The technological period of the future may force on the world a new kind of language reform.“

Wie kann man aus derzeitiger Sicht die Voraussagen und Spekulationen der Elektronik- und Kommunikationsexperten von 1962 beurteilen? Korrekt vorhergesehen haben sie beispielsweise kleine preiswerte Computer, Musik auf elektronischen Speichern anstelle von Schallplatten sowie Animationen im Lexikon (wenn man hierfür die heutigen digitalen Versionen auf DVDs zum Vergleich heranzieht). Ganz daneben gelegen haben sie aber mit vollautomatisch fahrenden Autos, der maschinellen Übersetzung gesprochener Sprache, den „intellektronischen Systemen“ zu Lehrzwecken und den symbolisch arbeitenden Denkmachines zur Lösung schwieriger Probleme aus der Realität. Dies sind alles Anwendungen mit einem komplexen, vielschichtigen Kontext, den ein intelligenter Mensch relativ gut erfassen kann, eine Maschine aber nur dann, wenn sie „künstlich intelligent“ ist. Wie schon Thring oder Kahn und Wiener unterliegen auch diese Experten aus den 1960er Jahren, vielleicht geblendet durch den rasanten hardwaretechnischen Fortschritt, dem Irrtum, dass sich das „KI-Problem“ durch Steigerung der Rechenleistung und den normalen fortwährenden Erkenntnisgewinn der Wissenschaft nach und nach in natürlicher Weise lösen würde. Heute wissen wir, dass dieses Problem viel hartnäckiger und grundsätzlicher ist, als seinerzeit vermutet wurde, und dass die derzeitigen Methoden sowie der gegenwärtige Erkenntnis-

stand dafür vermutlich nicht ausreichen und auch keine wirklichen Lösungsansätze bieten.

Dass eine „disruptive“ Technologie wie Lichtwellenleiter nicht wahrgenommen wurde und dass Kameras in heutigen Mobiltelefonen um einiges kleiner als 1×2 Zoll groß sind, man aber umgekehrt die Kapazität von „memory packs“ (gegenüber heutigen memory sticks oder DVDs) um ein paar Größenordnungen überschätzt hat, ist eher nebensächlich. Dass aber der Wert persönlicher Mobilkommunikation nicht erkannt wurde und man Werbung im Online-Zeitalter für überflüssig hält, kommt uns heute – verwöhnt vom Handy einerseits und geplagt von SPAM-Mails und nervend-blinkender Bandenwerbung auf Web-Seiten andererseits – doch ein wenig kurzsichtig vor. An der etwas naiven Vorstellung von Hotel- und Flugreservierungen, wo man zunächst ein Telefonbuch konsultiert, eine Nummer wählt und als Ergebnis einfach eine rote oder grüne Lampe aufleuchten sieht, erkennt man, dass graphische Nutzungsschnittstellen, Mausclicks oder gar interaktive Web-Formulare offenbar jenseits des Vorstellungsvermögens selbst von Experten lagen – genauso wie persönliche digitale Assistenten (PDAs) oder Navigationssysteme.

Vor allem muss man aber konstatieren, dass die heutige Internet-„Kultur“ als Konsequenz aus der Technikentwicklung praktisch nicht vorhergesehen wurde, sieht man einmal vom Homeshopping mit elektronischen Katalogen und von (wenig benutzungsfreundlichen) Geräten zur Buchung von Reisen ab. Dinge wie Blogs, Ebay, Fotosammlungen und Videos auf öffentlichen Servern, Suchmaschinen, Wikipedia, Live-Webcams, Diskussionsforen, Online-Kasinos, instant messaging, SMS, Computerpornographie, virtuelle Plattformen für das social networking etc. tauchen in den Vorhersagen zum Jahr 2012 nicht auf. Dass dann viele Leute beruflich oder privat fast ein Online-Leben führen würden, E-Mail-getrieben sind oder zumindest jederzeit und überall aktuelle Informationen abfragen möchten und erreichbar sein wollen – das alles konnte (oder wollte) man sich damals wohl nicht vorstellen.

In vielen Beiträgen des Jahr-2012-Themenheftes, das 1962 aus Anlass des 50-jährigen Bestehens des *Institute of Radio Engineers* erschien, wird das zukünftige 100-jährige Jubiläum im Jahr 2012 angesprochen – und mit etwas bangem Unterton gefragt, welche Prognosen sich dann, in fünfzig Jahren, wohl als wahr oder falsch herausstellen würden, und ob man damit beim zukünftigen Festakt – meist wohl leider nur posthum – eine gute Gestalt abgeben würde. Aber schon ein Jahr später, 1963, kam das jähe Ende des Berufsverbands: Er ging zusammen mit anderen im neu gegründeten *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, IEEE, auf. Manchmal entwickelt sich die Zukunft eben schneller als gedacht und ganz anders als erwartet!

Einen weiteren Versuch, über informationstechnische Möglichkeiten der folgenden Jahrzehnte zu spekulieren, unternahm dann IEEE dreizehn Jahre später, 1975, in der angesehenen Fachzeitschrift *IEEE Transactions on Communications* [Sch75]. Man war inzwischen, wie der Herausgeber im Editorial schrieb, überzeugt davon, eine wahre Revolution bei der Entwicklung und Nutzung von Kommunikations- und Informationstechnologien zu erleben. Satellitenkommunikation, Transistortechnik und zu „intelligenten“ Datenendgeräten umfunktionierte Fern-

sehgeräte ließen für die nähere Zukunft ganz neue Anwendungen mit erheblichen Auswirkungen auf das tägliche Leben erahnen. Man versprach sich durch die generelle Informatisierung zum Beispiel eine bessere medizinische Versorgung, bessere Bildung, Verminderung des Verkehrsaufkommens durch Heimarbeit und damit einhergehend eine substantielle Reduktion des Energieverbrauchs.

In einem Beitrag dieses Themenhefts spekuliert Solomon Encel, studierter Physiker und Professor für Soziologie sowie Autor eines Buches *The Art of Anticipation* [Enc75a], über Kommunikationsmedien und -systeme des Jahres 2000 [Enc75b]. Er prophezeit mehr als 20 verschiedene Systeme, u.a. Telemail, Super-Telex, Farb-Fax und portable Computerterminals. Er erläutert Telemail nicht näher – wohlwollend mag man sich also so etwas Ähnliches wie die heutige E-Mail darunter vorstellen. Mit Super-Telex und Farb-Fax lag er allerdings daneben: Der Fernschreibdienst hat sich inzwischen überlebt,¹³ und Farbe konnte sich bei Fax nie richtig durchsetzen, obwohl seit 1990 entsprechende Geräte zur Verfügung stehen – schließlich können wir heute über das Internet viel besser auf Farbbilder und bunte Dokumente zugreifen. Nicht ganz ernstgemeint und wohl eher zur Erheiterung des Lesers zitiert Encel einen ungenannten britischen Informatiker mit der Zukunftsvision „the terminal in the briefcase will replace the E-type Jaguar as a status symbol for the up-and-coming executive“. Ironischerweise lag er damit allerdings gar nicht so ganz falsch, wenn wir an neueste PDAs, flache Smartphones oder „BlackBerries“ denken, auch wenn diese „terminals in the briefcase“ nicht ganz so exquisit, elitär und exklusiv wie ein Jaguar-Auto sind!

Interessanter ist indes, was sich Encel in seinem Artikel *Social Aspects of Communication* für das Jahr 2000 offenbar *nicht* vorstellen konnte: Es fehlt nämlich nicht nur so etwas wie das WWW mit allen seinen auch soziologisch interessanten Ausprägungen wie Diskussionsforen und Blogs, sondern es wird erstaunlicherweise auch das – als Vorläufer in Form des Autotelephons schon seit den 1950er Jahren existierende – Mobiltelefon überhaupt nicht erwähnt, obwohl gerade dies (natürlich aus heutiger Sicht) ein sozial außerordentlich relevantes Kommunikationsmedium darstellt!

Viel besser als die Elektronik- und IT-Experten hat übrigens ein Science-Fiction-Autor, Ray Bradbury, den sozialen Aspekt des Mobiltelefons vorausgesagt – und zwar bereits 1953 in der Kurzgeschichte „Der Mörder“ [Bra53, Bra70]. Dort lebt man in smarten und gesprächigen Umgebungen – etwa in Häusern, die einen unter der Dusche mit Opernarien beglücken und einem im Schlaf flüsternd Spanisch beibringen, oder mit Öfen, die einen mit „Ich bin eine Aprikosentorte, und ich bin fertig“ anquatschen. Das Telefon trägt man am Handgelenk, und seine schiere Existenz „fordert dich auf, jemand anzurufen, der gar nicht angerufen werden möchte“. Etwa im Bus – da sitzen Leute „mit ihren Armbandsendern und sprechen mit ihren Frauen: ‚Jetzt bin ich an der dreiundvierzigsten, jetzt an der vierundvierzigsten, jetzt an der neunundvierzigsten, jetzt biegen wir in die einundsechzigste ein‘.“ Oder: „He, Al, ich dachte, ich ruf dich mal eben vom Golfplatz

¹³ Wie hätte der Autor dies 1975 aber auch ahnen sollen – hatte sich doch in Großbritannien gerade die Zahl der Telexanschlüsse drastisch erhöht: von ca. 30 000 im Jahr 1970 auf ca. 50 000 im Jahr 1974!

hier draußen in Green Hills an. Habe gerade mit einem erstklassigen Schlag ins Loch getroffen! Ich dachte, es würde dich interessieren, Al!“ Dem Helden der Geschichte wird dies dann doch zuviel, „wenn innerhalb einer Minute meine Frau anruft, um zu sagen: ‚Wo bist du jetzt, mein Lieber?‘, und ein Freund anruft [...] und ein Unbekannter anruft und schreit: ‚Hier ist das Meinungsumfrage-Institut‘ [...]“ und er ermordet „dieses Folterwerkzeug, den Armbandsender“.

Die Vision von den Information Utilities

1964 verfasste Martin Greenberger, seinerzeit Professor an der School of Industrial Management des Massachusetts Institute of Technology (MIT), für die Zeitschrift *Atlantic Monthly* einen visionären Artikel mit dem Titel *The Computers of Tomorrow* [Gre64]. Wie viele andere Propheten der 1960er Jahre zielt auch er mit seinen Prognosen auf eine Zeit um das Jahr 2000. Obwohl im Amerika des Jahres 1964 bereits mehr als 20 000 Rechner installiert waren, sagt er dem Computer eine noch weit größere Verbreitung voraus: „Computing services and establishments will begin to spread throughout every sector of American life, reaching into homes, offices, classrooms, laboratories, factories, and businesses of all kinds.“ Er spekuliert, dass es eines Tages „information utilities“ geben könne und vergleicht dazu den Dienst, den ein Computer bereitstellt, nämlich „automatic computation“, mit dem elektrischen Strom, der von einem Energieversorger geliefert wird. Mit elektrischer Energie könne eine große Zahl verschiedener Geräte betrieben werden, und es könnten die unterschiedlichsten Aufgaben erledigt werden. Analog könne auch „computation“ als ein universeller Service angesehen werden, der für die vielfältigsten Zwecke eingesetzt werden kann, wie etwa „numerical calculations, manipulation of textual data, automatic control of instrumentation, simulation of dynamic processes, statistical analyses, problem solving, game playing, information storage, retrieval, and display.“

Zwar gäbe es auch prinzipielle Unterschiede zwischen Strom und Computerleistung, aber durch zunehmend billigere Rechner, den in Zukunft möglichen Timesharing-Betrieb und spezialisierte Terminals würde die Analogie immer besser greifen. Damit sei es gerechtfertigt, von „large utilities built around the service of computing systems“ zu träumen. Greenberger bleibt etwas vage, was die Ausgestaltung der „information utilities“¹⁴ betrifft, es seien aber jedenfalls Unternehmen von beträchtlicher Größe, die entweder öffentlich oder privatwirtschaftlich betrieben würden. Aus heutiger Sicht mag man sich darunter vielleicht eine Art Kombination aus Servicerechenzentren à la DATEV, Fachinformationszentren sowie Internet-Provider und Breitbandanbieter wie Yahoo oder AOL vorstellen. Zur Nutzung der Dienste denkt er an spezialisierte Endgeräte in Büros und Privathaushalten, die mit zentralen Timesharing-Computern der Informationsversorger verbunden sind – analog den Stromversorgungs- und Telefoninfrastrukturen. Er vermutet allerdings, dass größere Firmen, analog zu einer Telefon-

¹⁴ Gelegentlich nennt er diese auch „information-processing utilities“.

zentrale oder gar einem privaten Kraftwerk, eventuell eigene „in-house information utilities“ betreiben würden – in heutiger Bezeichnung also so etwas wie ein Intranet.

Interessant sind vor allem die durch information utilities ermöglichten kommerziellen Anwendungen, die Greenberger diskutiert. Bargeld und Schecks würden in vielen Fällen obsolet werden: Einfache Terminals in Geschäften könnten mit einem zentralen Informationssystem verbunden sein und Geldtransaktionen sofort durchführen, wobei Kreditkarten als „money keys“ fungieren würden. Man könne außerdem von einem privaten Terminal von Zuhause aus Geldüberweisungen vornehmen und den Kontostand überprüfen. Noch einen Vorteil spricht er an: Gelddiebstahl würde durch so ein System unattraktiv. Zwar würden sich dann einige der arbeitslosen Diebe auf Betrügereien bei der elektronischen Kontoverwaltung verlegen, aber Manipulationen am Abrechnungssystem könne man begegnen, da man einen Computer anweisen könne, seine eigene Ausführung zu überwachen.



Abb. 35. Informationsdienstleistungen für vielfältige Zwecke in Industrie und Wirtschaft

Weiter diskutiert er – ohne natürlich den heutigen Begriff vorwegzunehmen – „mass customization“ am Beispiel von personalisierten Versicherungen, die jederzeit aus den online verfügbaren Daten zu den Lebensgewohnheiten und -umständen der jeweiligen Versicherten sowie den Unternehmensdaten zum momentanen Versichertenbestand generiert werden können. Die üblichen Risikoklassen zur Differenzierung würden entfallen, und die „guten Risiken“ würden eine niedrigere, individuelle Prämie bezahlen. Die Automatisierung könne sogar noch weitergehen: „The computer may be able to sell its own insurance policies via persuasive discourse with the customer.“ Ferner könnten die Börse und ganze Märkte elektronisch verwaltet werden, was wirtschaftliche Vorteile brächte und die

Volkswirtschaft insgesamt stabilisieren würde. Medizinische Informationssysteme, aktuelle Verkehrsinformationen, „catalogue shopping from a convenience terminal at home“, Zugriff vom Arbeitsplatz oder der Wohnung auf „automatische Bibliotheken“, Lehrkonsolen in Schulen sowie Editierkonsolen in Verlagen wären weitere Möglichkeiten, die information utilities eröffnen würden.

Die Informationsversorger als Betreiber von information utilities würden nicht nur an ihren Informationsdiensten verdienen, sondern sie könnten außerdem die Daten, die bei der Nutzung der Dienste anfallen, zu Marketingzwecken verkaufen. Und fast meint man, dass Greenberger eine leise Vorahnung von Google & Co beschleicht, wenn er schreibt: „As more and more of these services are perfected, an increasing percentage of the day-to-day functioning of man, the economy, and society will become documented and mechanically recorded in easily accessible form.“ Insgesamt ist er sehr zuversichtlich: „An on-line interactive computer service, provided commercially by an information utility, may be as commonplace by 2000 AD as telephone service is today.“ Dies wäre dann, so beendet er seinen Artikel, der stärkste Intelligenzverstärker, den der Mensch je konstruiert hätte.

Wie kann man den *Atlantic Monthly*-Beitrag von 1964 aus heutiger Sicht beurteilen? Sicherlich spürt Greenberger weitaus besser als die meisten anderen Zeitgenossen das enorme ökonomische Potential, das in der ubiquitären Informationsverarbeitung liegt. Er sagt beispielsweise E-Banking und Online-Transaktionsautorisierung korrekt voraus, natürlich ohne es so beim jetzigen Namen zu nennen. Ebenso prognostiziert er die „mass customization“ von Produkten und den Marktwert von Nutzungsprofilen elektronischer Dienste. E-Mail oder den multimedialen PC sieht er allerdings nicht, und damit auch nicht den persönlichen Gebrauch des Computers als Spielgerät, Fotosammlung oder Videoplayer. Aber auch im kommerziellen Bereich reicht Greenbergers Phantasie der Computernutzung nicht für alles aus, was uns heute wichtig erscheint: E-Commerce reduziert sich bei ihm auf den Katalogeinkauf, der sich insofern nicht wesentlich von einer telefonischen Bestellung unterscheidet, und E-Business zwischen Firmen lässt sich aus seinen Ausführungen bestenfalls als vage Möglichkeit heraushören. Er schreibt auch nichts zu Online-Werbung, zu digitaler Vernetzung von Produktionsmitteln, zu Produktaufwertung durch eingebettete Software oder zur Optimierung von Logistikketten durch Fernidentifikation und -lokalisierung.

Der Traum vom interaktiven und vernetzten Computer

Für die mit PCs und elektronischen Spielkonsolen aufgewachsene Generation scheint es heute kaum mehr vorstellbar, wie archaisch sich noch in den 1960er Jahren, als die Mondlandung schon ausgemachte Sache war, ein Computer darstellte. In fast nostalgischer Poesie beschreiben Angela und Karlheinz Steinmüller dies wie ein Märchen von gestern [Ste99]: „Es gab einmal eine Zeit, in der hatten Computer keinen Bildschirm und wurden in großen Schränken untergebracht. Ihre Aufgaben erhielten sie vom User in Gestalt dicker Stapel von Lochkarten in Eisenkästen, und nach zwei oder drei Tagen durfte er sich die Ergebnisse vom Re-

chenzentrum abholen: einen dicken Paken Endlospapier. Meist hatte er sich auf der zehnten oder zwanzigsten Karte verlockt, dann ging das Warten von vorn los.“



Abb. 36. Computer der 1960er Jahre: kein Bildschirm, große Schränke und Output auf Endlospapier

War damals aber umgekehrt vorstellbar, dass 40 oder 50 Jahre später aus den „großen Schränken“¹⁵ individuelle, interaktiv bedienbare und miteinander vernetzte Multimediageräte werden würden? Wie wir gesehen haben, hatten selbst Computerexperten bestenfalls vage Ahnungen davon. Allerdings gab es zumindest einen Pionier, der nicht nur eine diffuse Hoffnung oder einen phantastischen Traum hatte, sondern auch Wesentliches zur Realisierung seiner Vision beitrug: J.C.R. Licklider, ein promovierter Experimentalpsychologe, der zusätzlich auch noch einen College-Abschluss in Mathematik und Physik besaß und von 1967 bis 1985 zunächst als Professor für Elektrotechnik, später dann für Informatik, am MIT tätig war. Licklider übernahm in den 1950er Jahren den Aufbau einer Human-Engineering-Gruppe am Lincoln Lab des MIT. Das Lincoln Lab befasste sich mit Fragen der Luftabwehr; dort entstand auch das SAGE-System, welches die Daten militärischer Radarstationen digital verarbeitete und den Operateuren in graphischer Form anzeigte, die – seinerzeit einzigartig – mit Datensichtgeräten und Lichtgriffeln ausgestattet waren. SAGE war das wohl erste graphisch-interaktive Echtzeitsystem und gab Licklider den Anstoß, elektronische Datenverarbeitung in

¹⁵ „Computers in the future may have only 1000 vacuum tubes and perhaps weigh only 1½ tons.“ [Ham49]

einem völlig neuen Licht zu sehen und die Maschine als Dialogpartner des Menschen im Problemlösungsprozess zu verstehen.



Abb. 37. Computergestütztes Luftabwehrsystem der USA ca. 1960 – ein graphisch-interaktives System mit Radarbildschirm und Lichtgriffel

Während seiner Beschäftigung mit den experimentellen Rechnern des Lincoln Lab verfestigte sich bei Licklider der Eindruck, dass im Computer ein enormes, noch nicht ausgeschöpftes Potential steckt. Hafner und Lyon charakterisieren ihn diesbezüglich so [HaL96]: „Jahrelang war Licklider mit der radikalen und visionären Ansicht hausieren gegangen, dass Computer nicht einfach Addiermaschinen seien, sondern potentielle Erweiterungen des Menschen in seiner Gesamtheit, Werkzeuge, die die Reichweite der menschlichen Intelligenz und Erkenntnisfähigkeit erheblich ausdehnen konnten.“ 1960 veröffentlichte er seine Vorstellungen dazu schließlich in einem zukunftsweisenden Beitrag *Man-Computer Symbiosis* [Lic60] – übrigens als ersten Artikel des neu gegründeten Journals *Transactions on Human Factors in Electronics*. Neben interaktiven Systemen sah Licklider Einrichtungen voraus, die mittels Computer viele Funktionen von Bibliotheken übernehmen würden, aber auch elektronische Informationsspeicher- und Abfragefunktionen anbieten würden. Damit prägte er auch die Vorstellung späterer Zukunftsanalytiker wie z.B. Kahn und Wiener. Weitblickend schreibt er ferner: „The picture readily enlarges itself into a network of such centers, connected to one another by wide-band communication lines and to individual users“.

1962 kam Licklider zur Advanced Research Projects Agency (ARPA)¹⁶, der für die Forschungsförderung zuständigen Institution des Pentagons. Dort leitete er das „Information Processing Techniques Office“ (IPTO) und hatte damit Mittel und Einfluss, Forschungsprogramme mit Universitäten (darunter vor allem Berkeley, CMU, MIT, UCLA und Stanford) und einigen anderen Wissenschaftseinrichtungen entsprechend seinen Ideen¹⁷ zu gestalten [Kit03]. Neben interaktiven Systemen sah er vor allem im Timesharing-Prinzip einen Weg zur Realisierung seiner Vorstellungen, da damit jedem Benutzer die Illusion eines persönlichen Computers vermittelt wird, es aber gleichzeitig eine ökonomische Möglichkeit darstellt, „intellectual resource sharing“ – eine der Lieblingsideen von Licklider als Psychologe – zu implementieren. Gegen den Widerstand des „Computer-Establishments“ aus Experten von Rechnerherstellern und Rechnernutzern setzte er Forschungen im Bereich von Timesharing-Systemen durch und schuf damit zusammen mit anderen innovativen Forschungsthemen zugleich die Basis für eine Informatik-Forschungsstruktur an erstklassigen US-Universitäten, aus denen in der Folge viele einflussreiche Projekte und prominente Wissenschaftler hervorgingen.

Zunehmend gewann für Licklider die Vernetzung von Rechnern zur Realisierung seiner „intellektuellen Revolution“ durch „on-line man-computer information processing“ an Bedeutung. 1967 schrieb er beispielsweise in einem Konferenzbeitrag [Lic67]: „The effect of bringing geographically distributed users into network-mediated interaction seems likely to be greater than the effect that can be achieved through multi-access interaction in any local community.“ Und weiter: „The technologies of computation and communication are ripe for a fusion that would make it possible for geographically distributed computers to be able to talk to one another in such a way that would facilitate geographically distributed users being able to communicate and cooperate with one another.“

1968 veröffentlichte er dann zusammen mit Robert Taylor, einem seiner Nachfolger bei der ARPA und einem der Haupttreiber hinter dem späteren ARPANET, dem Vorläufer des Internets, einen weiteren einflussreichen Artikel mit dem richtungsweisenden Titel *The Computer as a Communication Device* [LiT68]. Die Autoren propagieren darin ein Modell der interaktiven Rechnerverwendung, bei dem die Nutzer über Konsolen mit einem „multi access computer“ verbunden sind. Damit dies für jedermann praktikabel sei, müsse nicht nur die Nutzung einfach sein, sondern die Reaktionszeiten sollten kurz und die Anbindung der Konsolen an die entfernten Rechner preisgünstig sein. Licklider und Taylor setzen sich dabei für das „Store-and-Forward“-Prinzip ein und beklagen, dass die Telekommunikationsdienstleister dies nicht anbieten und dass Kommunikationsleistung (vor allem aufgrund des fehlenden Wettbewerbs) generell zu teuer sei: Die Preise

¹⁶ Die Gründung der ARPA Anfang 1958 war eine unmittelbare Folge des Sputnik-Schocks gewesen. Sie sollte dafür sorgen, dass in den USA keine technologische Lücke gegenüber der Sowjetunion entstand.

¹⁷ „Das wichtigste Element des von Licklider geprägten Leitungsstils war das völlige Fehlen von Peer Reviews. Die Auswahl von Projekten erfolgte also nicht wie bei anderen Institutionen in der langwierigen Form von unabhängigen externen Gutachten. Über die gestellten Anträge wurde vielmehr relativ schnell direkt vom IPTO-Direktor und seinem Stellvertreter entschieden.“ [Fri00a]

für Konsolen dürften zwar schnell fallen, die Kommunikationskosten würden aber ein Hemmnis auf dem Weg zur allgemeinen Computernutzung darstellen. Die Autoren deuten auch die Pläne für einen experimentellen Netzverbund von 14 Rechnern an – den Kern des späteren ARPANET.



Abb. 38. Die ersten interaktiven Computerkonsolen ähneln noch eher Radarbildschirmen als Multimediageräten

Laut Licklider und Taylor soll ein solches vernetztes System nicht den klassischen Rechneranwendungen dienen, sondern es soll vor allem die Kommunikation – und damit die Kooperation und Gemeinschaft – von Personen, die weit voneinander entfernt sind, fördern. Weitblickend sehen die Autoren interaktive Online-Communities voraus, die Leute mit gemeinsamen Interessen, unabhängig vom geographischen Ort, zusammenführen. Sie erwarten ferner, dass es in Zukunft Netzdienste geben wird, wovon man einige abonnieren und andere nur nach Bedarf in Anspruch nehmen wird. Über das Netz würde dann ein Nutzer (bzw. sein lokal ausgeführtes Programm) mit einem entfernten Programm Information austauschen. Das System würde auch eine globale Informationsbasis darstellen, die – unter Beachtung von Sicherheits- und Privacy-Aspekten – jedem offen steht, der sich eine Konsole leisten kann. Dabei werfen die Autoren die Frage auf, ob in Zukunft „to be online“ als ein Privileg oder eher als ein Recht angesehen werden würde und ob im ersteren Fall ein bestehendes soziales Ungleichgewicht nicht verstärkt werden würde. Vorausschauend wird hier also etwas angesprochen, das

Jahrzehnte später unter dem Begriff „digitale Spaltung“ allgemein für Diskussion sorgen wird.

Über die technischen Möglichkeiten und Anwendungsszenarien eines solchen Systems geraten die Autoren fast ins Schwärmen. Beispielsweise würde man in Zukunft seine Arbeit weitgehend über das Netz erledigen – „each secretary’s typewriter, each dictation microphone will feed into the network“. Mit ihrer Vision, dass fast alles, was Information verarbeiten, erzeugen oder darstellen kann, ans Netz angeschlossen wird und damit das Netz gewissermaßen selbst ein großes Computersystem bilden wird, haben Licklider und Taylor die Internet-Realität, wie sie sich 40 Jahre später darstellt, erstaunlich gut vorausgeahnt. Dass es aber Schreibmaschinen praktisch nicht mehr geben würde (sondern diese selbst zu netzwerkfähigen Computern mutieren) und sogar Führungskräfte, statt mit Diktiergerät und Sekretärin einen Brief zu erstellen, viel öfter selbst mit ihrem „BlackBerry“ oder Smartphone eine kurze formlose E-Mail ohne Rücksicht auf Tippfehler (und andere Besprechungsteilnehmer) zusammenhacken und sofort drahtlos versenden, das andererseits haben Licklider und Taylor so offenbar nicht erwartet! Dennoch – die Auswirkungen von vernetzten und allgemein interaktiv nutzbaren Computersystemen sowohl auf den Einzelnen als auch auf die Gesellschaft insgesamt wären gewaltig, schreiben die Autoren und bringen dies mit „life will be happier“ auf den Punkt.

Man darf festhalten, dass Licklider und Taylor die zukünftige Rolle von Computern und Kommunikationstechnik weitaus treffender als andere zeitgenössische Experten beschreiben. Zu einem gewissen Anteil mag es sich dabei sogar um eine „self fulfilling prophecy“ handeln; schließlich haben ja beide maßgeblich das ARPANET – und damit den historischen Kern des Internets – mitgeprägt. Obwohl viele Aussagen ihres Aufsatzes eher eine programmatische Wunschvorstellung als eine konkrete Vorhersage darstellen, erahnen beide Autoren aufgrund ihrer herausragenden Stellung, aber auch aufgrund ihres persönlichen Umgangs mit der seinerzeit modernsten Computer- und Informationstechnik, recht gut das enorme Potential, das in interaktiven vernetzten Systemen steckt. Ein Potential, das eben nicht nur eine ökonomische Facette hat, sondern vor allem auch einen stark sozial wirksamen Aspekt aufweist. Dies haben Licklider und Taylor nicht nur erkannt, sie fordern es geradezu ein.

Bezüglich der technischen Gestaltung ihrer Zukunftsvisionen bleiben Licklider und Taylor bewusst unscharf; sie beschreiben daher auch nichts, was tatsächlich dem PC oder dem WWW ähnelt, und natürlich konnten sie auch nicht Newsgroups, Web-Portale oder Blogs als konkrete Ausprägung ihrer prognostizierten „online interactive communities“ vorausahnen. Interessant ist, dass aber, wie bei fast allen anderen Vordenkern, auch in der Zukunftsvision von Licklider und Taylor die drahtlose Netzanbindung kleinster persönlicher Computer – also PDAs, Mobiltelefone oder gar „wearables“ – und damit die mobile und spontane Nutzung von Diensten in jeder Situation, nicht vorkommt. Offenbar war es seinerzeit nicht naheliegend, darin einen großen ökonomischen Nutzen oder sozialen Bedarf zu sehen und daher auch schwierig, sich eine solche mobil vernetzte Zukunft vorzustellen.

Die nächsten 100 Jahre

*Aus der Vergangenheit kann jeder lernen.
Heute kommt es darauf an, aus der Zukunft zu lernen.
Herman Kahn*

Können wir es heute wagen, bei der Technikentwicklung 10, 50 oder gar 100 Jahre in die Ferne zu blicken, wo doch vergangene Prognosen über größere Zeiträume so oft ziemlich daneben lagen? José Corrales, der für die prominente ACM-Veranstaltung *Beyond Cyberspace: A Journey of Many Directions* um einen längerfristigen Zukunftsausblick im Bereich Vernetzung und Internet gebeten wurde, bezweifelt dies und begründet es so [Cor01]: „I doubt that anyone back in 1950 would have been able to anticipate what would take place in 2000 in the technology of communications.“ In Bezug auf das Internet wird er mit seiner Skepsis noch konkreter: „Could we have imagined 10 years ago the way things are today? In some respects, maybe yes, especially in matters concerning performance. But we certainly could not have imagined the new types of use that lay ahead.“ Wie wir an der kurzen aber sehr dynamischen Geschichte des Internets erkennen, scheint genau dies das Hauptproblem zu sein: Was auf Anwendungsebene aus dem enormen (durch Extrapolation eher prognostizierbaren) Leistungszuwachs der Hardware gemacht wird, ist völlig offen! Dazu nochmals Corrales im Jahr 2001: „Dynamic Web pages, videoconferencing, and radio and television reception on computers represent something utterly different from what we knew or could have imagined only a decade ago.“

Trotz dieser Schwierigkeiten hat Hermann Maurer, Professor an der TU Graz und Autor mehrerer Science-Fiction-Romane, es gewagt, 2001 einen Aufsatz mit dem Titel *Die (Informatik-)Welt in 100 Jahren* [Mau01] zu veröffentlichen.¹⁸ Zwar zitiert er darin Jacques Hebenstreit mit der Aussage „jede Vorhersage in der Informatik über mehr als 20 Jahre kann nur als Science-Fiction eingestuft werden“, doch führt er dann einen Aspekt aus, von dem er überzeugt ist, dass er in spätestens 100 Jahren voll wirksam sein würde und der „das Leben aller Menschen und aller Regelsysteme der Gesellschaft und der Wirtschaft völlig verändern“ sollte – mit neuen informationstechnischen Hilfsmitteln würde jeder Mensch jederzeit und an jedem Ort auf das Wissen anderer Menschen direkt zugreifen können und dies als Selbstverständlichkeit betrachten: „So wie traditionelle Werkzeuge unsere körperlichen Fähigkeiten vervielfacht haben, werden in Zukunft ‚Wissenswerkzeuge‘ unsere geistigen Fähigkeiten dramatisch vergrößern“.

Vorboten dazu erkennt Maurer einerseits in den absehbaren technischen Entwicklungen des miniaturisierten und allgegenwärtigen Computers zusammen mit der Erwartung, dass zukünftige Handys etwa in Form von Brillen und versehen

¹⁸ Schon 1985 machte Maurer Prognosen zum Jahr 2000 – es gäbe dann weitverbreitete Schreibmaschinen, in die man hineinspricht und nicht hineinschreibt, und Touristen, die im Ausland einen elektronischen Übersetzer mit Spracheingabe und -ausgabe benutzen [Mau00].

mit neuen intuitiven Interaktionsmöglichkeiten den Menschen als persönliche Assistenten ständig begleiten, andererseits in den Ansätzen von Wissensmanagement-Systemen, mit denen Wissen strukturiert und damit verarbeitungsfähig wird. Dies sollte langfristig eine „Wissensvernetzung“ ermöglichen, deren Konsequenzen aber noch kaum absehbar wären: „Die Wissensvernetzung wird neue Phänomene mit sich bringen, die man heute genauso wenig vorhersehen kann wie früher die Folgen der Motorisierung: Wer hätte bei der Erfindung des Autos prognostizieren können, dass ein guter Teil der Wirtschaft einmal von Autos abhängen wird, dass Autos die Welt verschmutzen und das Klima ändern, dazu führen, dass riesige Flächen zuasphaltiert werden, dass Autos mehr Menschen töten, als selbst die größten Kriege das tun, usw. Die Menschen werden gegen die sicher auch auftretenden negativen Folgen der Wissensvernetzung so massiv ankämpfen müssen, wie wir heute z.B. für weltweiten Umweltschutz eintreten sollten.“

Intelligente Brillen als persönliche Assistenten sind eine populäre Zukunftsvision – nicht nur bei Hermann Maurer. So schreibt zum Beispiel Mahadev Satyanarayanan von der Carnegie Mellon University mit leicht ironischem Unterton [Sat01]: „You could wear a pair of glasses with a small amount of face recognition built-in, look at a person, and his name would pop up in a balloon above his head. You could know instantly who the person is, even if you don’t immediately recognize him. I look at my tree, and a little balloon pops up saying, ‚Water me,‘ I look at my dog, it says, ‚Take me out,‘ or I look at my wife, it says, ‚Don’t forget my birthday!““ Noch radikaler formuliert es Ray Kurzweil, der für seine provokanten Zukunftsthesen bekannt ist [Kur02]: „Computers will disappear. Visual information will be written directly onto our retinas by devices in our eyeglasses and contact lenses.“ Kurzweil ist ein grenzenloser Optimist; er schrieb dies 2002 – und versah seine Voraussage mit der Jahreszahl 2009!¹⁹ An anderer Stelle [Kur00] führt er zu aktiven Kontaktlinsen aus: „These intimate displays will provide full-immersion visual virtual reality. We will have ubiquitous very high bandwidth wireless connection to the Internet at all times. ‚Going to a Website‘ will mean entering a virtual reality environment – at least for the visual and auditory senses – where we will meet other real people.“ Ian Pearson, selbst IT-Prophet, nennt spöttisch eine nicht ganz ernste Anwendung solcher Kontaktlinsen:²⁰ „When you walk down the street, you can digitally remove all the ugly people from your field of view and replace them with more attractive people.“

Es ist nicht ganz einfach, die Vision vom persönlichen intelligenten Assistenten – sei er in der Brille, der Kontaktlinse oder sonstwo versteckt²¹ – zu bewerten. Dass die Hardware einschließlich Energieversorgung letztendlich klein genug werden wird und dass man geeignete intuitive Interaktionsmöglichkeiten finden wird, dies ist aufgrund des anhaltenden technischen Fortschritts noch am ehesten „demnächst“ zu erwarten. Wie viel künstliche Intelligenz benötigt aber ein solcher Assistent, um im jeweiligen Kontext unsere Intentionen und Bedürfnisse situati-

¹⁹ Im Oktober 2006 ließ er sich zu folgender Äußerung hinreißen: „A simulated human brain will be possible by 2013 and cost only \$1,000.“ [Dav06]

²⁰ www.btinternet.com/~ian.pearson/web/future/contactlens.htm

²¹ „As for the location of the computer running your persona, that will be a strange question. It is like asking where is the air that enables you to breath.“ [PeW99]

ongerecht zu erkennen und damit wirklich nützlich zu sein? Unterliegen wir hier einer ähnlichen Täuschung in Form einer reinen Wunschvorstellung wie frühere Experten, die die automatische Sprachübersetzung und den „begehrten“ Haushaltsroboter als (zu) leicht machbar eingeschätzt haben? Kommt der große Durchbruch der künstlichen Intelligenz vielleicht demnächst doch noch? Oder ist ein persönlicher Assistent auch schon oft nützlich, wenn er nicht wirklich „intelligent“, sondern nur „smart“ ist? Etwa so wie ein „schlaues“ Auto, das uns mit seinem Navigationssystem den Weg weist, ja auch sehr nützlich ist, selbst wenn es nicht alleine fährt und der Mensch weiterhin das Steuern durch die komplexe Realität übernimmt.

Tatsächlich können wir uns leicht vorstellen, dass in Zukunft alle möglichen Dinge informationstechnisch aufgerüstet werden, ihre Umgebung mit Sensoren wahrnehmen und sogar miteinander kommunizieren können. Genügt dies jedoch, um die Träume einer „ambient intelligence“ zu realisieren? Und werden damit so nützliche Funktionen und Dienstleistungen verbunden sein, dass die Leute dies haben möchten? Die langfristigen ökonomischen und sozialen Konsequenzen einer totalen Informatisierung der Welt können wir heute noch kaum vorausahnen [BCL04]. Was werden dann die entscheidenden Machtfaktoren sein? Wird statt um Arbeit und Kapital wie im Industriezeitalter dann vielleicht heftig um Wissensmonopole und Zugang zu Realweltdaten sowie die damit verbundene Interpretationshoheit gestritten werden? Jüngste Änderungen im Patentrecht und im Copyright, Streit um Gen-Datenbanken, Zensurvorwürfe an die Betreiber von Suchmaschinen, Diskussionen bei den Digitalisierungsprojekten ganzer Bibliotheken oder bei den Rechten auf das Saatgut genmanipulierter Pflanzen könnten möglicherweise die ersten Vorboten dafür sein.

Wenn informationstechnisch das 21. Jahrhundert wirklich charakterisiert werden sollte durch eine Verlängerung des Internets in die Realwelt hinein, durch smarte Brillen, intelligente persönliche Assistenten, Ambient Intelligence sowie schlaue Alltagsdinge, die Medien ihrer selbst sind, dann steht uns jedenfalls einiges bevor: Der historische Streit um Freiheit, Grundrechte, staatliche Gemeinwohlverpflichtung, Ressourcen, Monopole, Macht und korrekte Weltinterpretation könnte sich dann an ganz anderen Objekten entzünden und Strukturen festmachen, als wir es bisher gewohnt sind!

Interessant in Hinsicht darauf, was Informatik-Experten allgemein von der Zukunft ihres Gebietes erwarten, ist die Essay-Sammlung *Beyond Calculation – The Next Fifty Years of Computing* [DeM97], die 1997 der Berufsverband ACM²² aus Anlass seines 50-jährigen Bestehens veröffentlicht hat. „Twenty-four of the world’s leading experts tell us about the future of computers in business, in science, and in our lives“ wird das Buch mit der Widmung „to our grandchildren“ etwas vollmundig angekündigt. Eine inhaltliche Fortsetzung erfährt es 5 Jahre später mit dem Sammelband *The Invisible Future* [Den02].

Es wird im ACM-Jubiläumsband zunächst die Überzeugung ausgedrückt, dass die Computer-Revolution noch längst nicht beendet sei, sondern wir im Gegenteil

²² ACM, die Association for Computing Machinery, wurde 1947, just im Jahr der Transistorerfindung, gegründet.

erst an ihrem Anfang stehen und demzufolge die nächsten 50 Jahre radikale Änderungen in fast allen Lebensaspekten bringen würden: „We approach what is likely to be the greatest acceleration in the rate of technological and social change since the advent of the printing press.“ Es wird dann aber auch zugegeben, dass die bisherige Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik größtenteils unvorhersehbar war: „Much of what makes up our world of computing today could not have been predicted. Who thought that computers more powerful than the million-dollar mainframes of the 1950s would become so cheap and small that they would routinely be built into watches, cars, radios, CD players, and scientific instruments? Who thought that e-mail addresses would be a regular part of every business card and advertisement?“ Selbst das World Wide Web schien 1992 „out of nowhere“ zu kommen – ungeachtet der Tatsache, dass mit Techniken wie dem Internet, dem PC, den Mensch-Maschine-Interaktionsparadigmen sowie Hypertext der Boden dafür bereitet war.

Weitgehend risikolos scheint die Prognose der weiteren Hardwareentwicklung: Computer des Jahres 2047 würden zwischen hunderttausend und 10 Milliarden Mal leistungsfähiger als die des Jahres 1997 sein – letzteres dann, wenn das Gesetz von Moore über diesen langen Zeitraum hin weiter gültig bleibt. Erreicht wird die Leistungssteigerung durch Multicomputer aus tausenden von miteinander vernetzten Prozessoren auf einem einzigen Chip („System-on-Chip“) – was die Umkehrung des klassischen Timesharing-Paradigmas darstellen würde, da sich dann viele Rechner einen einzigen Nutzer teilen. Kommunikationsfähige Mikrocomputer würden fast alles infiltrieren, „if a device can be cyberized, it will“. Ferner könne in Zukunft aufgrund der zu erwartenden enormen Steigerung der Speicherkapazität jedes Bit, das unsere Sinne kreuzt, gespeichert und indexiert werden. Vielleicht wären somit auch „Schutzengel“ als persönliche digitale Assistenten an unserem Körper selbst möglich, die uns alles, was wir jemals gelesen, gehört oder gesehen haben, wieder zugänglich machen können.

Man muss kein Prophet sein für die Vorhersage, dass das Telefonnetz und das Internet zusammenwachsen werden und dass das Internet allgegenwärtig sein wird: „Like electrical power, it is assumed to be available whenever and wherever needed.“ Jedes Haus würde per Glasfaser mit einer Bandbreite von mehreren Gigabits pro Sekunde angeschlossen sein. Dies würde auch eine Telepräsenz für die meisten Berufe und Arbeitstätigkeiten ermöglichen. Von der Integration des Internets mit drahtloser Kommunikationstechnologie sowie mit Sensoren der Realwelt – und damit der Brückenbildung zwischen physischer und virtueller Welt – ist auf den über 300 Seiten der zwanzig Zukunftsesays aus dem Jahr 1997 [DeM97] allerdings so gut wie nicht die Rede. Auch im Index des Buches findet man keinen Eintrag unter „wireless“, „radio“ oder „portable“ – und bei „mobile“ wird nur von „mobiler Software“ im Sinne des automatischen Software-Downloads gesprochen. Das erstaunt. Nun war allerdings wireless LAN im Jahr 1997 noch nicht verbreitet, auch vom Mobiltelefon konnte man noch nicht auf das Internet zugreifen. Fehlte insofern die tägliche Anschauung, um die Phantasie in dieser Hinsicht anzuregen? War die Grundlage nicht vorhanden, um zumindest extrapolieren zu können?

Im Jahr 2001 wagte der bereits oben erwähnte José Corrales mit dem Vorbehalt „when trying to anticipate the future, we should bear in mind that it is possible the Internet will shift toward something we are unable to imagine today“ dann doch noch ein paar Spekulationen über diejenigen Zeiten, wo dank sehr hoher Kommunikationsbandbreiten sowie billigen und einfachst zu benutzenden Endgeräten „überall auf dem Erdball jeder jedem jederzeit und nahezu sofort“ beliebige multimediale Informationen zukommen lassen kann [Cor01]. Beispielsweise würde E-Commerce stark zunehmen und ganz andere Formen annehmen: „The human factors involved in online shopping for clothing may be solved through virtual models of our bodies we’ll use – before buying – to view how the items we’re interested in look on us.“ Und weiter: „We’ll likely have specialized, customized software shopping agents designed to help us choose the things we like and that suit our bodies, complexions, and tastes. It will be possible to send the same software-based model to a hotel where we may soon be staying, enabling the hotel to provide our favorite brand of underwear or bathing suit.“

Vielleicht doch ein wenig zu technokratisch kurz gedacht klingt allerdings die Erwartung von Corrales, dass dadurch, dass Arbeit von jedem Ort der Welt aus erledigt werden kann, immer mehr Leute in paradiesische, aber weit entfernte Gegenden ziehen werden, die man sonst nur als Tourist in den Ferien erleben darf.²³ Schließlich weist er noch auf Gefahren der durch das Internet ermöglichten Globalisierung hin, da mit der Überwindung der Distanz auch Schranken fallen und dies lokale Kulturen gefährden könnte. Allerdings glaubt er nicht, dass letztendlich die amerikanische Kultur dominieren würde – „the whole human population eating hamburgers, drinking cola, wearing jeans“ –, sondern ist optimistisch, dass das Internet mit seinen Kommunikations- und Vernetzungsmöglichkeiten gerade auch diejenigen stärkt, die eine bedrohte lokale Kultur pflegen.

Ein weiteres prominentes Zukunftsthema ist die künstliche Intelligenz. Hierzu haben die Experten der ACM-Perspektivveranstaltungen ein gespaltenes Verhältnis. Gordon Bell und Jim Gray erwarten in ihrem Beitrag zumindest substantielle Fortschritte bei der Verarbeitung gesprochener Sprache, und zwar schon recht bald [BeG97]: „Many predict automatic natural language translation systems that take speech input in one language and translate it into another by 2010. [...] We can optimistically assume that by 2010, speech input and output will be ubiquitous and available for every system that has electronics.“ Für ein solches Sprach-

²³ Von Michael Friedewald stammt in anderem Zusammenhang, aber hierzu passend, der folgende Hinweis [Fri00b]: „Bereits 1964 hat Leo Marx in seinem Buch *The Machine in the Garden* [Mar64] gezeigt, dass schon während der Industrialisierung Amerikas im 19. Jahrhundert bestimmten Technologien die Fähigkeit zugesprochen wurde, die offensichtlichen Widersprüche zwischen pastoralem Ideal und industrieller Realität überwinden zu können. So hatte man etwa die Hoffnung, dass die Elektrifizierung der Verstädterung und Zentralisierung entgegenwirke und die Autonomie des Einzelnen wiederherstelle. Solche Vorstellungen tauchten seitdem regelmäßig auf, in Edward Bellamys vielgelesenem utopischen Roman *Looking Backward* [Bel88] ebenso wie im Zusammenhang mit der Massenmotorisierung der amerikanischen Gesellschaft in den zwanziger Jahren oder in den technikutopischen Schriften von Vannevar Bush. Gerade im Zusammenhang mit dem Internet hat dieser Mythos in den vergangenen Jahren viele neue Anhänger gefunden.“

Interface führen Ian Pearson und Chris Winter in ihrem IT-Ausblick [PeW99] zunächst praktische Gründe an und schreiben dazu salopp: „Chips will be so cheap that it will be easier to build a toaster with a voice interface than to build it with buttons. Buttons will be considered as ‚retro‘ as wind-up watches are today.“ Dann werden sie etwas spekulativer und gleichzeitig sarkastischer: „It will become increasingly common to converse with your cuddy robot. [...] It will be the first step to a virtual friend. Much of the time we do not want great intelligence in our friends, just empathy, some bland advice and listening skills.“

Auch Vinton Cerf, Internet-Pionier und derzeit Google-Evangelist, sieht in der Sprachtechnologie ein hohes Anwendungspotential [Cer02]: „Speech understanding will effectively speech-enable almost anything. A conversation with the refrigerator (*Do we have any milk? Is there enough orange juice for the weekend?*) will not seem out of place. Nor will it seem odd to discuss travel plans with the car.“ Viele andere Autoren beurteilen die künstliche Intelligenz jedoch recht skeptisch. So warnt z.B. Hamming [Ham97] davor, die schwierigen und bisher weitgehend ungelösten Aspekte im Zusammenhang mit „Bedeutung“ und „Verstehen“ umschiffen oder gar ignorieren zu wollen: „The history of Artificial Intelligence is a lesson in what happens when you try to evade them; you get some apparent success [...] with a continuing list of failures. Will the next fifty years produce the needed progress? I doubt it!“ Und David Gelernter meint sogar [Gel97]: „AI’s most important discovery over the next half century might turn out to be humility.“

Natürlich taucht bei den Zukunftserwartungen der Informatik-Experten hin und wieder auch eher Spekulationes auf, etwa wenn es um die Steuerung implantierter „body sensors“ geht oder um Aussagen des Robotik-Experten Rodney Brooks [Bro02] wie zum Beispiel „as soon as a direct wireless interface to the Internet, implanted in someone’s brain, is possible, it will become very popular.“ Donald Norman greift in einem Aufsatz „Cyborgs“ diesen Aspekt auf [Nor01]: „We are close to the point where video cameras and memory chips will be tiny enough to be implanted within our bodies. [...] Why not build a TV camera with zoom lens into our eyes, allowing magnification of distant scenes or vision through infrared, the better to see at night? Why not amplifiers in our ears? And why not recorders capable of saving all that we have heard, seen, or even felt for later recall?“ Zunächst würden solche Implantate aus medizinischen Gründen entwickelt und eingesetzt werden, der Trend zur Verbesserung der Sinne auch ohne Indikation wäre dann aber nicht mehr zu bremsen: „The future promises major changes in humans, as technologies are embedded within our bodies“.

Auch „stuff of science fiction“ wird in den Essays über die nächsten 50 Jahre gelegentlich angesprochen, wie beispielsweise bionische Computer, die klassische Rechner bei der Mustererkennung und ähnlichen Problemen komplementieren könnten: „Perhaps within the next fifty years we can do [...] systems of neurons, grown biologically, shaped for the computing requirements of the system under construction.“ Vinton Cerf schließlich macht sich Sorgen um Zeitreisende, die uns aus der Zukunft in unserer wenig smarten Zeit besuchen und die sich hier sehr hilflos vorkommen müssen [Cer97]: „What would happen to a visitor from 2047 to our fair decade? Room lights would not automatically turn on upon entry. Car

doors would not open at the press of a finger tip. Appliances would not respond to spoken commands.“

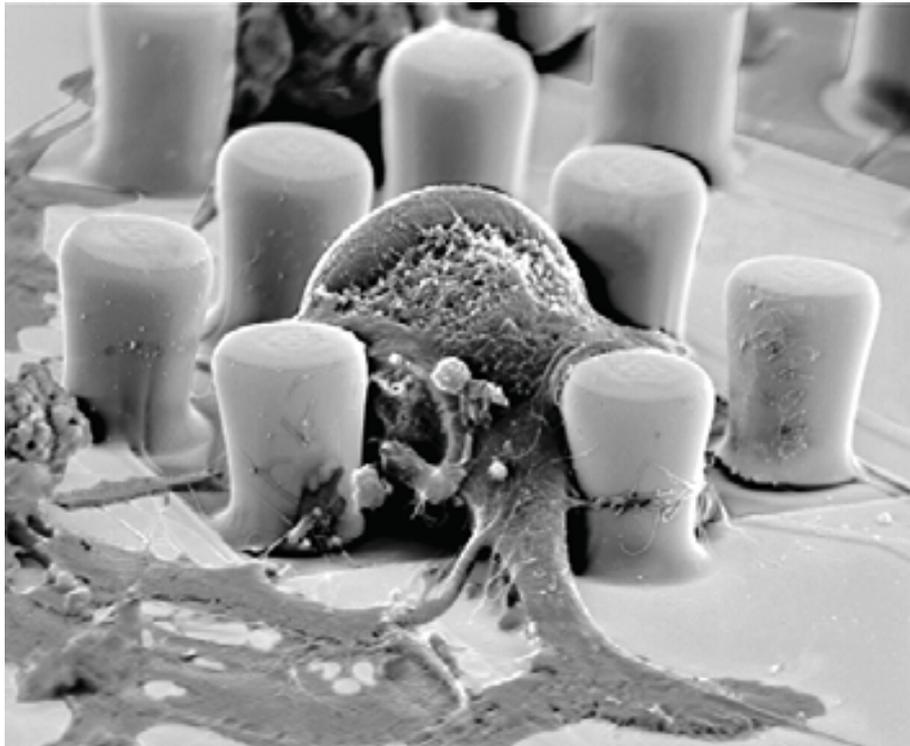


Abb. 39. Eine Nervenzelle dockt an einem Mikrochip an

In der neuesten Umfrage von IEEE zu den Erwartungen von über 700 „IEEE-Fellows“ an die Technologieentwicklung der nächsten 10 bis 50 Jahre [GoP06] kommen nun plötzlich auch Themen zur Sprache, die man nur wenige Jahre zuvor, etwa in den Essays der ACM-Experten, noch vermisst hatte – smarte Alltagsobjekte, RFID, Sensornetze, Quantencomputer und synthetische Biologie werden jetzt z.B. angesprochen. Offenbar unterliegt auch die Zukunftserwartung einem schnellen Wandel und ist nicht frei von Gegenwartsmoden!

An was glaubt man, und an was nicht? Über 80% der Umfrageteilnehmer meinen, dass schon innerhalb der nächsten 10 Jahre globale Videokonferenzen üblich sind. Eine 99%-genaue Realzeit-Handschrifterkennung bzw. -Spracherkennung wird von einer Mehrheit in den nächsten 10-20 Jahren erwartet, gleiches gilt auch für einen kommerziell erhältlichen universellen Sprachübersetzer. Umgekehrt gibt es beim Quantencomputer, bei der Raumtemperatursupraleitung, beim Fusionsreaktor und beim holographischen Speicher deutlich mehr Pessimisten als Optimisten. Haushaltsroboter in den nächsten 10-20 Jahren halten 49% für wahrscheinlich, 18% für unwahrscheinlich (der Rest ist unentschieden); von humanoiden Pflegerobotern hält die Mehrheit allerdings nichts, genauso wenig wie von selbstfahrenden Autos. Behalten die Experten Recht, dann wird es in spätestens 20 Jahren aber jedenfalls Terabit-Netze, „smart dust“, Mikroroboter und persönliche Genprofile durch schnelle DNA-Sequenzierung geben.

Fazit – war das digitale Zeitalter nicht vorhersehbar?

Die Technik mit ihren Auswirkungen verändert die Welt radikal – dies wurde im Industriezeitalter mit seinen Maschinen, Eisenbahnen, Telegraphie, elektrischem Strom und Automobilen jedem bewusst. Auch wenn die Folgen der Industrialisierung zu manchen sozialen Verwerfungen führten, sehnten sich damals doch Viele nach dem technischen Fortschritt und hofften auf ein dadurch ermöglichtes besseres Leben. Zukunftsromane von Jules Verne bis Hans Dominik, die in abenteuerlicher Weise von den zu erwartenden Technikwundern berichten, legen ein Zeugnis davon ab.

Vor 100 Jahren existierten natürlich weder die Bezeichnung „Informations- und Kommunikationstechnik“ noch etwas, das dem heutigen Verständnis dieses Begriffs nahe kommt – auch wenn man mit Telegraph und Telefon schon Techniken für die Kommunikation entwickelt und „implementiert“ hatte, kamen Computer und allgemeine Digitalisierung doch erst in der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts auf. Offensichtlich vermisste seinerzeit aber auch kaum jemand die heutigen Segnungen des Informationszeitalters wie PCs, Spielkonsolen, digital vernetzte Produktionsanlagen, Data Mining, Blogs oder Suchmaschinen! War unser digitales Zeitalter also tatsächlich – auch beim besten Willen – nicht vorhersehbar?

Es scheint fast so, als ob bis zum tatsächlichen Erscheinen des Computers oder auch des Internets bzw. WWW kaum jemand diese Dinge (und vor allem ihr Anwendungspotential) für möglich oder auch nur für wünschenswert gehalten hätte. Ausnahmen, wie die Applikationen des Bildschirmtextsystems im Sinne einer frühen Vorwegnahme einiger Internetanwendungen oder die Ahnungen und Schwärmereien einiger weniger „wahrer Propheten“, bestätigen eher die Regel – wie hätte man deren einsame Stimmen aus dem großen chaotischen Konzert von Zukunftsäußerungen auch heraushören sollen und als realistischer im Vergleich zu den anderen mit ihren Versprechungen von Haushaltsrobotern, kostenloser Energie, Freizeitparadiesen dank kurzen Arbeitszeiten, Unterwasserstädten, der Verwandlung von Polarregionen in eine Riviera, selbstreinigenden Wohnungen etc. einschätzen sollen?

Möglicherweise ist die erstaunliche „Kurzsichtigkeit“ hinsichtlich zukünftiger Nutzung und Wirkung des Computers primär nicht nur auf dessen besonders schnelle technische Fortentwicklung zurückzuführen, sondern auch dem Umstand zuzuschreiben, dass sich – trotz weitgehend konstanter prinzipieller Funktionsweise und Systemarchitektur – innerhalb weniger Jahrzehnte gleich mehrfach die Erscheinungsform, und damit einhergehend das „Wesen“ und die Verwendung des Computers, in radikaler Weise, und damit natürlich kaum vorhersagbar, geändert hat – vom „nutzlosen“ Gerät zum universellen Medium.²⁴

Anfangs, bis in die 1950er Jahre hinein, waren Computer im eigentlichen Sinne *Rechner*. Es handelte sich im Wesentlichen um das elektronische Analogon mechanischer Rechenmaschinen, allerdings programmierbar, um lange Folgen elementarer Berechnungen automatisieren und damit stark beschleunigen zu können.

²⁴ Zu den folgenden Ausführungen siehe auch [Dah96].

Computer waren als wissenschaftliche Werkzeuge wichtig im Ingenieurwesen und für alle Bereiche, in denen langwierige Berechnungen, etwa zur Optimierung technischer Artefakte, angestellt werden mussten, jedoch wäre der direkte Nutzen von Computern für die meisten Menschen und die Gesellschaft insgesamt wohl eher marginal geblieben, wenn die Entwicklung beim Anwendungsbereich „numerische Mathematik“ stehen geblieben wäre. Aus ihrer etwas beschränkten Business-Perspektive heraus bezeichnen Steven Schnaars und Sergio Carvalho diese Frühform der Computer sogar als nahezu nutzlose Geräte, weil sie eher einem Partikelbeschleuniger als einer brauchbaren „business machine“ glichen [ScC04]. Und weiter: „Expectations for computers before 1950 were almost totally blind to the broader role computers found in non-scientific applications“.

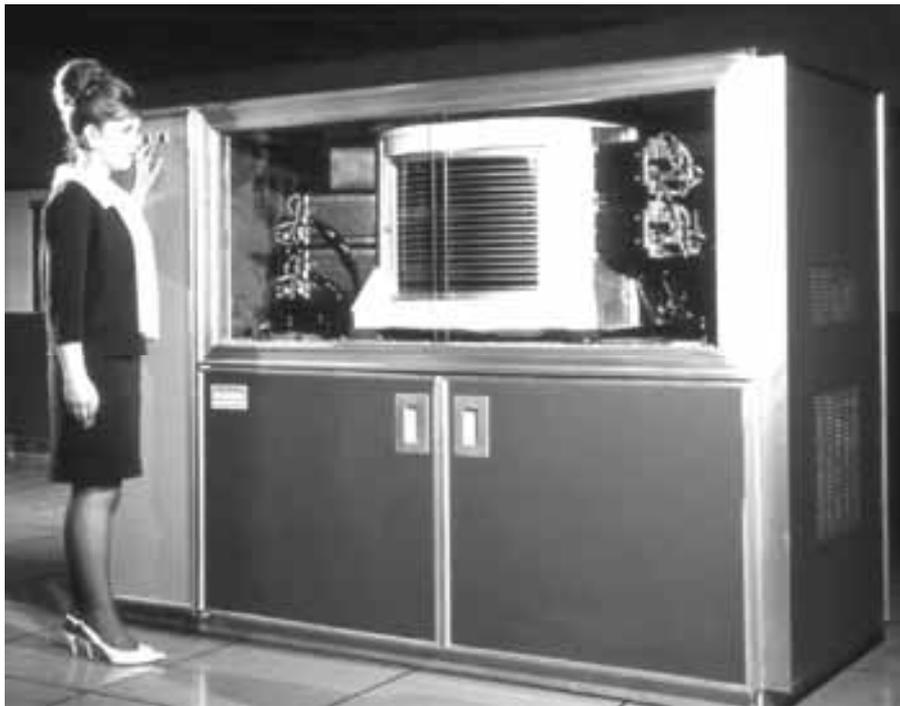


Abb. 40. Magnetplattensystem von 1965 mit einer Kapazität von ca. 48 MB und einem Gewicht von über einer Tonne – sowohl Speicherkapazität als auch Gewicht verbesserten sich in den nachfolgenden 40 Jahren um ca. 5 Größenordnungen

Erst in den 1960er Jahren, als die Entwicklung von magnetischen Direktzugriffsspeichermedien höherer Kapazität eine automatische Verarbeitung größerer Datenmengen möglich machte, wurden Computer nicht mehr nur als „Rechenautomat“, sondern zunehmend auch zu einem ganz anderen Zweck, nämlich als *Informationssystem*, verwendet. Diese „Umnutzung“ war offenbar keineswegs selbstverständlich und damit auch schwer vorherzusehen. Howard Aiken von der Harvard University, der 1943 den 35 Tonnen schweren elektromechanischen MARK I-Computer entwickelte, meinte etwa noch 1956 [Aik56]: „If it should ever turn out that the basic logics of a machine designed for the numerical solution of differential equations coincide with the logics of a machine intended to make bills for a department store, I would regard this as the most amazing coincidence that I have ever encountered.“

Mehr oder weniger ungeplant wurde so mit Computern ab den 1960er Jahren die EDV, also die *elektronische Datenverarbeitung*, mit der Anwendungsdomäne „Verwaltung“ zum Zweck der Automatisierung administrativer Prozesse möglich. Zunehmend wuchsen sie damit auch in die Rolle von Management-Informationssystemen hinein. Um die gleiche Zeit, aber relativ unabhängig davon, wurden spezialisierte, realzeitfähige Computer in der Form von Prozessrechnern zur digitalen Steuerung immer komplexerer industrieller Vorgänge eingesetzt. In beiden Fällen wurden Computer mit ihren dedizierten Peripheriegeräten nun als ein (nicht ganz billiges und betreuungsintensives) *System* betrachtet, welches den „kontrollierenden“ Teil eines umfassenden Verwaltungs- oder Industriebetriebes darstellte.



Abb. 41. Heimcomputer-Reklame von 1977

Eine weitere radikale Änderung der Nutzungsform von Computern setzte in den 1970er Jahren mit dem Aufkommen des Mikroprozessors ein. Nun wurde es sowohl technisch als auch finanziell möglich, den Computer in einer stark abgepeckten Hobbyausgabe vom klimatisierten Rechenzentrum ins traute Heim zu holen. Allerdings wurde mit diesem „Heimcomputer“ ganz anders – viel direkter und damit interaktiv – umgegangen, als mit seinen großen Brüdern. Der Computer wurde damit zunehmend nutzungsfreundlicher und für ganz andere Anwendergruppen als bisher interessant und zugänglich. Auch wenn der Heimcomputer anfangs eher ein Spielzeug für Bastler und Enthusiasten war und ein effektiver Nutzen nicht richtig zu erkennen war,²⁵ wurde damit der Weg zum PC, dem persönlichen Computer, bereitet. Schnell wurde deutlich, dass der Hauptzweck eines

²⁵ „We were expected to build information systems for recipes, home economy, stamp collections, and so on on our home computers.“ [Dah96]

PC nun nicht mehr die EDV darstellt, sondern ein PC beispielsweise interaktive Spiele ermöglicht, aber vor allem auch mit Textverarbeitung im Sinne von „desktop publishing“ und Tabellenkalkulation („spreadsheet“) bei vielen Bürotätigkeiten hilft – ermöglicht durch die bahnbrechenden Erfindungen von graphischen Nutzungsschnittstellen, Computermaus und „Direktmanipulation“. Zusammen mit den in den 1980er Jahren aufkommenden lokalen Netzen, die den Austausch von Dokumenten, den Zugriff auf lokale Ressourcen innerhalb einer Institution und (beispielsweise mit E-Mail) die Unterstützung kooperativer Projektarbeit ermöglichen, entwickelte sich der Computer zu einem persönlichen *Werkzeug* für Verwaltungs- und Geistesarbeiter.



Abb. 42. Der PC – anfangs noch ohne Maus, Fenstersystem, Farbe und Graphik

Im Verlaufe der letzten zehn Jahre kam es dann abermals zu einer ganz anderen und so nicht erwarteten Nutzungsform des Computers: Zum einen fand der PC breiten Einzug in den privaten Bereich und entwickelte sich nach und nach zu einer *Multimedia-Maschine*, mit der Fotos bearbeitet werden konnten, Musik abgespielt und später sogar Videos betrachtet werden konnten. Zum anderen wurde nun mit WWW-Browsern (sowie erschwinglichen Netzanschlüssen und Providergebühren) das Internet in einfacher und ansprechender Weise nutzbar. Damit ist nun die Computertechnologie (inklusive des Internet) zu einem *Kommunikationsmedium* für jeden geworden, mit Anwendungen wie E-Mail, E-Commerce, Blogs und Podcasts – welcome to the digital society! (Vgl. Abb. 43.)

Man kann wohl davon ausgehen, dass es nicht bei dieser Erscheinungsform des Computers bleiben wird, sondern dass die Evolution weitergeht. Auch wenn die Zukunftsentwicklung Spekulation bleibt, so zeichnen sich immerhin mögliche Tendenzen ab: Mobiltelefone beispielsweise gewinnen immer mehr „klassische“

Computerfunktionalität, ferner werden miniaturisierte und mit Sensoren und Funkmodulen umgebungsbewusst gemachte Computer in immer mehr Geräte oder gar Alltagsdinge eingebettet und verrichten dort still und heimlich als „disappearing computer“ ihre nützlichen Dienste – ob nun aber das Wearable Computing oder die unsichtbare Hintergrundassistentz („Ambient Intelligence“) oder etwas ganz anderes das nächste Paradigma der Computernutzung darstellen wird, das wird sich erst im Rückblick aus der Zukunft zeigen.



Abb. 43. „Welcome to the digital society“ (Jim Avignon, 2003)

Literatur

- [Aik56] Aiken H (1956) The Future of Automatic Computing Machinery. Elektronische Rechenmaschinen und Informationsverarbeitung, Nachrichtentechnische Fachberichte Nr. 4, Vieweg, Braunschweig, 32–34
- [BCL04] Bohn J, Coroama V, Langheinrich M, Mattern F, Rohs M (2004) Living in a World of Smart Everyday Objects – Social, Economic, and Ethical Implications. Journal of Human and Ecological Risk Assessment, Vol 10 No 5, 763–786
- [Bea56] Beason RG (1956) Your Telephone of Tomorrow. Mechanix Illustrated, Sep. 1956, 70–73, 160, 181
- [BeG97] Bell G, Gray J (1997) The Revolution Yet to Happen. In: [DeM97], 5–32
- [Beh55] Behrendt E (1955) So leben wir 1975. hobby 11/1955, EHAPA-Verlag, 39–45
- [Bel88] Bellamy A (1888) Looking Backward: 2000-1887. Tichnor & Company, Boston
- [Ber69] Bernstein GB (1969) A 15 Year Forecast of Information Processing Technology. Naval Supply Command, Report AD681752
- [Bra53] Bradbury R (1953) The Murderer. Argosy (UK edition), Vol 14 No 6, 39–46
- [Bra70] Bradbury R (1970) Der Mörder. In: Ray Bradbury: Geh nicht zu Fuß durch stille Straßen. Marion-von-Schröder-Verlag, Hamburg / Düsseldorf

- [Bre10] Brehmer A (Hrsg.) (1910) Die Welt in 100 Jahren. Verlagsanstalt Buntdruck, Berlin
- [Bro02] Brooks RA (2002) Flesh and Machines. In: [Den02], 57–63
- [Bus45] Bush V (1945) As We May Think. Atlantic Monthly 176, July 1945, 101–108
- [Bus59] Scientists see computers that will declare war, decide discount rate. Business Week, March 14, 1959
- [Cer86] Ceruzzi PE (1986) An Unforeseen Revolution: Computers and Expectations, 1935–1985. In [Cor86] 188–201
- [Cer97] Cerf V (1997) When They’re Everywhere. In: [DeM97], 33–42
- [Cer02] Cerf V (2002) One Is Glad to Be of Service. In: [Den02], 227–233
- [Cla64] Clare JD (1964) Dezentralisierung durch neue Kommunikationsmöglichkeiten. In: [JuM65], 298–299
- [Con97] Conrad W (1997) Geschichte der Technik in Schlaglichtern. Meyers Lexikonverlag, Mannheim
- [Cor86] Corn JJ (Hrsg.) (1986) Imagining Tomorrow – History, Technology, and the American Future. MIT Press, Cambridge
- [Cor01] Corrales J (2001) An Asturian View of Networking 2015. Communications of the ACM, Vol 44 No 9, 47–54
- [Dah96] Dahlbom B (1996) The New Informatics. Scandinavian Journal of Information Systems, Vol 8 No 2, 9–48
- [Dav06] Davis J (2006) Lots of Processors Inside Everything. Electronic News, Oct 5, 2006
- [DeM97] Denning PJ, Metcalfe RM (Hrsg.) (1997) Beyond Calculation – The Next Fifty Years of Computing. Springer, Heidelberg Berlin New York
- [Den02] Denning PJ (Hrsg.) (2002) The Invisible Future. McGraw-Hill, New York
- [Enc75a] Encel S (1975) The Art of Anticipation: Values and Methods in Forecasting. Robertson, London
- [Enc75b] Encel S (1975) Social Aspects of Communication. IEEE Transactions on Communications, Vol 23 No 10, 1012–1018
- [Fri00a] Friedewald M (2000) Konzepte der Mensch-Computer-Kommunikation in den 1960er Jahren: J.C.R. Licklider, Douglas Engelbart und der Computer als Intelligenzverstärker. Technikgeschichte, Vol 67 No 1, 1–24
- [Fri00b] Friedewald M (2000) Vom Experimentierfeld zum Massenmedium: Gestaltende Kräfte in der Entwicklung des Internet. Technikgeschichte, Vol 67 No 4, 331–364
- [Gel97] Gelernter D (1997) The Logic of Dreams. In: [DeM97], 117–126
- [GoH64] Gordon TJ, Helmer O (1964) Report on a Long Range Forecasting Study. RAND Corporation, Report P-2982, Santa Monica
- [GoP06] Gorbis M, Pescovitz D (2006) Bursting Tech Bubbles Before They Balloon – IEEE Fellows Survey. IEEE Spectrum, Vol 43 No 9, 50 ff.
- [Gre64] Greenberger M (1964) The Computers of Tomorrow. Atlantic Monthly, Vol 213 No 5, May, 63–67
- [HaL96] Hafner K, Lyon M (1996) Where Wizards Stay Up Late. The Origins of the Internet. Simon & Schuster, New York
- [Ham49] Hamilton A (1949) Brains that Click. Popular Mechanics, Vol 91 No 3, March 1949, 162–167, 256, 258
- [Ham97] Hamming RW (1997) How to Think About Trends. In: [DeM97], 65–74
- [Hor97] Horx M (1997) Das Zukunfts-Manifest. Econ, Düsseldorf / München

- [IRE62] Institute of Radio Engineers (1962) Communications and Electronics 2012 A.D. A Predictive Symposium by Fellows of the IRE. Proceedings of the IRE, May 1962, 562–656
- [JuM65] Jungk R, Mundt HJ (Hrsg.) (1965) Unsere Welt 1985. Verlag Kurt Desch, München
- [Jur71] Jursa O (1971) Kybernetik, die uns angeht. Bertelsmann, Gütersloh
- [Kae50] Kaempffert W (1950) Miracles You'll See in the Next Fifty Years. Popular Mechanics, February 1950, 112–118, 264–272
- [KaW68a] Kahn H, Wiener AJ (1968) The Year 2000. A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years. Macmillan, New York
- [KaW68b] Kahn H, Wiener AJ (1968) Ihr werdet es erleben. Voraussagen der Wissenschaft bis zum Jahre 2000. Bertelsmann, Gütersloh
- [Kit03] Kita CI (2003) J.C.R Licklider's Vision for the IPTO. IEEE Annals of the History of Computing, July-September 2003, 62–77
- [Kra00] Kranz M (2000) Die Damen am Bildtelefon. In: [WoS00] 84
- [Kur00] Kurzweil R (2000) Dear PC: R.I.P. Business2.com, September 9, 2000, www.kurzweilai.net/articles/art0020.html
- [Kur02] Kurzweil R (2002) Fine Living in Virtual Reality. In: [Den02] 193–215
- [Lic60] Licklider JCR (1960) Man-Computer Symbiosis. IRE Transactions on Human Factors in Electronics, Vol HFE-1, March 1960, 4–11
- [Lic67] Licklider JCR (1967) Interactive Information Processing. In: Tou JT (Hrsg.), Computer and Information Sciences. Academic Press, New York, 1–13
- [LiT68] Licklider JCR, Taylor RW (1968) The Computer as a Communication Device. Science and Technology, April 1968, 21–31
- [Lüb27] Lübke A (1927) Technik und Mensch im Jahre 2000. Verlag Josef Kösel & Friedrich Pustet, München
- [Mar64] Marx L (1964) The Machine in the Garden: Technology and the Pastoral Ideal in America. Oxford University Press, New York
- [Mau00] Maurer H (2000) Prognosen und Thesen... Nicht nur zum Schmunzeln. Informatik-Spektrum, Vol 23 No 1, Februar 2000, 51–59
- [Mau01] Maurer H (2001) Die (Informatik-)Welt in 100 Jahren. Informatik-Spektrum, Vol 24 No 2, April 2001, 65–70
- [Moo65] Moore GE (1965) Cramming more components onto integrated circuits. Electronics, Vol 38 No 8, April 19, 1965
- [Nic05] Niccolai J (2005) Gordon Moore looks back, and forward, 40 years. Computerworld, April 13, 2005, www.computerworld.com/hardwaretopics/hardware/story/0,10801,101052,00.html
- [Nor01] Norman D (2001) Cyborgs. Communications of the ACM, Vol 44 No 3, March 2001, 36–37
- [NYT62] Pocket computer may replace shopping list. New York Times, November 3, 1962, 27
- [PeW99] Pearson I, Winter C (1999) Where's IT Going? Thames & Hudson, New York
- [Pie64] Pierce JR (1964) Privates Fernsehen – statt Reisen? In: [JuM65], 293 ff
- [Pol64] Pollock F (1964) Automation. Europäische Verlagsanstalt, Frankfurt a.M.
- [Rob92] Robida A (1892) Le vingtième siècle – la vie électrique. Librairie illustrée, Paris
- [RoU95] Robida A, Uzanne O (1895) Contes pour les bibliophiles. Ancienne Maison Quantin, Paris

- [Sam64] Samuel AL (1964) Die Abschaffung des Papierwustes. In: [JuM65], 312–314 („Computers in 1984: The banishment of paper-work“, New Scientist, Vol 21 No 380, Feb. 1964, 529–530)
- [Sat01] Satyanarayanan M (2001) M. Satyanarayanan on Mobile and Pervasive Computing (Interview). IEEE Distributed Systems Online, Vol 2 No 6
- [ScC04] Schnaars SP, Carvalho S (2004) Predicting the market evolution of computers: was the revolution really unforeseen? Technology in Society, Vol 26, 1–16
- [Sch71] Schippke U (1971) Die 7 Weltwunder von morgen. Bertelsmann, Gütersloh
- [Sch75] Schwartz M (1975) Special Issue on Social Implications of Telecommunications. IEEE Transactions on Communications, Vol 23 No 10
- [Slo10] Sloss R (1910) Das drahtlose Jahrhundert. In: [Bre10], 27–48
- [Ste66] Steinbuch K (1966) Die informierte Gesellschaft – Geschichte und Zukunft der Nachrichtentechnik. DVA, Stuttgart
- [Ste99] Steinmüller A, Steinmüller K (1999) Visionen. Rogner und Bernhard / Zweitausendeins, Hamburg
- [Thr64] Thring MW (1964) Ein Roboter im Haushalt. In: [JuM65], 198 ff. (“A Robot about the House“, New Scientist, Vol 21, 1964)
- [Tra38] Train A (1938) Catching up with the Inventors. Harper’s Magazine 176, March 1938, 363–373
- [Wag29] Holsteinische Pflanzenbutterfabriken Wagner&Co GmbH (1929) Drahtloses Privattelefon und Fernsehen. In: Das schöne echte Wagner Album Nr.3, Serie Nr.12, Bild Nr.4: Zukunftsfantasien, Elmshorn bei Hamburg
- [Wol00] Wolfensberger R (2000) Telekurs. In: [WoS00], 60
- [WoS00] Wolfensberger R, Stadelmann K (Hrsg.) (2000) Wunschwelten. Chronos, Zürich

Bildquellen: Bibliothèque nationale de France, Mary Evans Picture Library sowie Bücher und Zeitschriften, die bei der jeweiligen Abbildung genannt sind. Weitere Bilder stammen von diversen Web-Sites im Internet. Trotz Bemühen ließen sich oft die ursprünglichen Quellen bzw. die Rechteinhaber der meist jahrzehntealten Bilder nicht ermitteln – der Autor ist für entsprechende Hinweise an mattern@inf.ethz.ch dankbar. Abdruck des Bildes von Jim Avignon (Abb. 43) mit freundlicher Genehmigung des Verbrecher-Verlags Berlin.

Prof. Dr. Friedemann Mattern ist seit 1999 am Institut für Pervasive Computing der ETH Zürich tätig und leitet dort das Fachgebiet „Verteilte Systeme“. Er studierte Informatik in Bonn und promovierte 1989 an der Universität Kaiserslautern, danach hatte er Professuren an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken sowie an der Technischen Universität Darmstadt inne.

Mattern ist an mehreren Industriekooperationen und Forschungsprojekten zum Thema Ubiquitous und Pervasive Computing beteiligt. Er ist Mitbegründer des M-Lab, ein von der ETH Zürich und der Universität St. Gallen gemeinsam getragenes Kompetenzzentrum, das in Zusammenarbeit mit der Industrie die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen des Ubiquitous Computing erforscht. Er ist im Technologiebeirat namhafter Konzerne vertreten, Mitglied verschiedener wissenschaftlicher Akademien, Mitherausgeber mehrerer Fachzeitschriften und Buchreihen (u.a. „Lecture Notes in Computer Science“, LNCS) und initiierte eine Reihe internationaler Fachkonferenzen, darunter die PERVASIVE-Konferenzserie. Seine derzeitige Lehrtätigkeit umfasst die Gebiete verteilte Systeme und Algorithmen, Rechnernetze sowie Ubiquitous Computing.