

Die Entwicklung des Bildtelefons unter dem Aspekt der ergonomischen Gestaltung

Hans Dieter Hellige

I Entstehung und Richtungen der Ergonomie

Die Ingenieure legen durch ihre Entwicklungs- und Konstruktionsarbeit die Produkteigenschaften für einen längeren Zeitraum fest. Durch die Wahl der Werkstoffe, die Festlegung des Energieverbrauchsniveaus bei der Herstellung und im Gebrauch sowie durch eine recyclingfreundliche Baustruktur bestimmen sie sehr wesentlich, welche Belastungen von einem Produkt auf die Nutzungsumgebung und die Umwelt ausgehen. Genauso wie sie die physikalisch-ökologischen Langzeiteffekte und Kumulationswirkungen maßgeblich beeinflussen bestimmen sie auch die Nutzungseigenschaften in der Gebrauchsphase des Produktes. Denn die Entwickler und Konstrukteure von Hard- und Software legen in der Produktentwicklung fest, wie einfach oder kompliziert der Nutzer mit dem Gerät umgehen kann, welche Belastungen körperlicher oder seelischer Art bei der Benutzung entstehen oder gar welche Schäden ein dauerhafter Gebrauch nach sich ziehen kann.

Die Gesamtheit der beim Produktgebrauch in der Arbeit oder im Haushalt auftretenden Beanspruchungen, Belastungen und Nutzungseigenschaften sowie der Methoden zu ihrer Optimierung werden mit dem Begriff "Ergonomie" zusammengefaßt (im englischen: Ergonomics, Human Factors, im Deutschen auch Arbeitswissenschaft und Arbeitspsychologie). Die Ergonomie entstand um 1900 und war ursprünglich nur auf die Industriearbeit bezogen, auf die Auswahl des geeigneten Personals für die vorhandenen Arbeitsmittel. Erst allmählich erkannten die Betriebe, daß für einen effizienten Einsatz der Arbeitskräfte diese nicht an die Maschinen anzupassen sind, sondern die Arbeitsmittel arbeits- bzw. menschengerecht gestaltet werden müssen. Es wurde Aufgabe der klassischen Ergonomie, die Arbeitsmittel, Betriebsmittel, die Arbeitsplätze wie die Arbeitsumgebung so zu gestalten, daß den physischen und psychischen Merkmalen der Menschen Rechnung getragen wird. Die Leitlinie dabei war und ist, durch Arbeitszufriedenheit und menschengerechte Arbeitsmittel mehr Effizienz zu erzielen. Oft blieb es freilich bei Strategien zur Effizienzsteigerung, wobei zwar alte Mängel und Belastungen beseitigt wurden, aber durch ein höheres Arbeitstempo immer neue Beanspruchungen entstanden. Doch die Ergonomie blieb nicht auf die Arbeitsmittel- und

Arbeitsplatzgestaltung begrenzt. In dem Maße, wie durch Mechanisierung, Motorisierung und Elektrifizierung Konsumgüter komplexer wurden und separate Bedienschnittstellen mit Stellteilen, Anzeigen und Bedienelementen erhielten, mußte sich die Ergonomie mehr und mehr auch mit diesen Produkten abgeben.

Den Anfang machten Telefone, Radios, Staubsauger und andere Elektrohaushaltsgeräte, später kamen Fernseher, Videorecorder usw. hinzu. Alle größeren Firmen haben heutzutage ergonomische Abteilungen oder Spezialkräfte, die sich mit der Gestaltung der physikalischen Mensch-Maschine-Schnittstelle und der Bedientechnik abgeben. Durch den Übergang von direkten mechanischen Bedienschnittstellen (Knöpfe, Schalter, Anzeigen, Schreiber usw.) zu elektronischen bzw. DV-mäßigen Bedienschnittstellen ist das Aufgabenfeld der Ergonomie nochmals erweitert worden: Denn bei diesen Geräten und Systemen müssen zusätzlich die symbolischen bzw. virtuellen Mensch-Maschine-Schnittstellen an die Fähigkeiten der Benutzer (Aufnahmekapazität, Gedächtnis, informationelle Kompetenz) angepaßt werden, z.B. wie viel Positionen kann er in einem Menü übersehen oder wie viel Fenster verträgt er auf einem Bildschirm. Die gesamte Dialogform, die Bediensequenzen, Hilfssysteme usw. müssen so organisiert werden, daß der Benutzer zur Benutzung eines Bild- oder Komforttelefons nicht ständig ein Handbuch braucht. Der Geräte-Entwickler muß auch entscheiden, wie viel Funktionen er dem Bediener überlassen darf und welche im System besser automatisch ablaufen. Für die Arbeitsaufteilung zwischen Mensch und Maschine wird auch der Begriff Kognitionsergonomie verwendet.

Die ergonomische Gestaltung greift aber nicht nur in Denk- bzw. Arbeitsabläufe des einzelnen Benutzers ein und bestimmt diese, sondern er beeinflußt auch sehr wesentlich die Kommunikation und Kooperation zwischen den Benutzern: Ein computergesteuertes Sprachbox-System mutet dem Nutzer am anderen Ende der Leitung umständliche Bedienprozeduren und Kosten zu, Anrufbeantworter reglementieren den Kommunikationsfluß des Anrufers, Computer-Supported-Telephony-Applications (CSTA) können ebenfalls eine asymmetrische Kommunikationssituation schaffen, weil die angerufene Stelle am Bildschirm über Daten bzw. Informationen verfügt, die der Anrufer selber nicht einsehen kann. Dieser Zweig der Ergonomie, der sich mit der kommunikativen Qualität beschäftigt, wird meist Kommunikationsergonomie genannt. Schließlich gibt es neuerdings eine Richtung, die sich mit komplexeren Folgen neuerer Techniken für die Kommunikationskultur beschäftigt, die danach fragt, welche kommunikativen und psychophysischen Belastungen und Beanspruchungen von bestimmten IuK-Techniken ausgehen, z.B. von Mobiltelefonen und Walkmans (Geräuschbelastung, Abschottung, Tendenz zum "Cocooning"). Für diese Richtung hat sich der Begriff der Kommunikationsökologie eingebürgert. Hier sollen Komplexwirkungen und Kumulationswirkungen untersucht werden und nach gestalterischen und organisatorischen Konsequenzen gesucht werden.

Während man kommunikationsökologische Mängel in der Regel bedenkenlos in Kauf nimmt (z.B. den Streß, dem vor allem Kinder und Jugendliche durch die permanente IKT-Nutzung ausgeliefert sind), sind die anderen ergonomischen Eigenschaften von Produkten vielfach entscheidend für den Erfolg auf dem Markt und die längerfristige Akzeptanz bei den Nutzern. So waren Videorecorder wie Tonbandgeräte lange Zeit dem Profimarkt vorbehalten, und erst das Kassettenprinzip und eine radikale Neugestaltung der Bedientechnik ließen daraus einen Massenmarkt werden. Auch das Internet ist erst durch die Übernahme der in der Textverarbeitung schon länger üblichen grafischen Benutzungsoberfläche in die Navigationssysteme für breitere Nutzerkreise überhaupt zugänglich geworden. Ein Beispiel, wie unterschiedliche ergonomische Defizite die breitere Einführung und Massennutzung eines Telekommunikationsdienstes bis heute begrenzen, ist das Bildtelefon. An ihm läßt sich die Wirkung der verschiedenen ergonomischen Qualitäten eines Produktes auf die Nutzerakzeptanz und den Markterfolg besonders gut demonstrieren.

II Ergonomische Probleme im Bildtelefon-Lebenszyklus

Vorlauf: Frühe Bildtelefon-Visionen und Entstehen des Telepräsenz-Leitbildes der Telekommunikation

Das Bildtelefon ist keinesfalls eine Entwicklung des letzten Jahrzehnts, sondern geht bereits auf die zwanziger und dreißiger Jahre zurück. Die Idee, das Telefon nicht auf den sprachlichen Dialog zu beschränken, ist sogar noch viel älter. Am Beginn stehen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts populäre Technikszenarien von Zeitungsleuten und die Visionen der Utopienschreiber. Ihre Phantasien wurden durch die Urbanisierung und die durch sie forcierten Erfindungsaktivitäten um das Telefon, den Faksimiletelegraphen und die Rohrpost angeregt. Bekannte Beispiele sind der fiktive Bericht über ein angeblich von von Edison erfundenes „Telephonoscope“ im „Punch Almanack“ vom Januar 1879 (Asa Briggs, 1977, S. 520f.) und die davon inspirierten Zukunftsszenarien des französischen Verne-Parodisten und Satirikers Albert Robida. In den reich illustrierten Schriften "Le vingtième siècle" und "La vie électrique" von 1883 und 1893 prognostizierte Robida für das Jahr 1952 die allgemeine Verwendung eines "Téléphonoscope" genannten Multimedia-Systems. Diese wurde in unterschiedlichen Konfigurationen ausgemalt: als öffentliche Bildtelefonzelle und als privates Bildtelefon und Videokonferenz-System. Über die telekommunikative Funktion hinaus sollte es aber auch als Fernsehgerät für Theater-, Opernübertragungen und vor allem für Unterhaltungsshow dienen. Robida sagte er bereits eine Art Tagesschau ("Le journal téléphonoscopique") und die Allgegenwart der Werbung voraus. Aus der Vision wurden bereits erste Wirkungsprognosen abgeleitet: Die Folge der Informationsversorgung und Kommunikation über das Netz sei ein Rückgang des Briefeschreibens und vor allem der persönlichen Begegnungen, denn Geschäfte und selbst Privatkontakte würden sich schneller und einfacher

telekommunikativ erledigen lassen. In ironischer Weise behandelte er ganz im Stil der "Belle Époque" auch bereits die Möglichkeit, daß Voyeuristen mit dem "Téléphonoscope" in die Privatsphäre anderer eindringen könnten (Alkon, 1994)..¹ Typisch für diese und andere frühen Visionen war die Vorstellung eines alles umfassenden audiovisuellen Universalmediums und entsprechend weitgesteckt waren auch die Anwendungs- und Wirkungsprognosen, die auf eine Umwälzung der gesamten Kommunikations- und Informationskultur hinausliefen.

Erst ab 1900 finden sich über bloße Visionen hinaus auch konkretere Anstrengungen für die Bildtelefonie als Spezialmedium. Max Dieckmann, Gustav Glage in Deutschland und A. C. Swinton in England verwendeten 1906 bzw. 1908 als erste die Braunsche Röhre als Bildschreiber (Goebel, 1953). Im Jahre 1912 verkündete der englische Fernsehpionier Alexander Campbell das Bildfernsprechen als eines der Entwicklungsziele der Fernsehentwicklung. Denn für ihn war es selbstverständlich, daß sich zwei Menschen, die sich am Telefon unterhalten, auch dabei sehen, weil das Mienenspiel und die Gesten wesentlich zur Unterredung gehören und das Verständnis erleichtern (Gehrts, 1938, S. 233 f.). Diese Auffassung wurde in der Folgezeit zu einem festen Glaubenssatz von nachrichtentechnischen Erfindern und Forschern. Danach war es Aufgabe der Technikentwickler, die Kommunikationsmedien so zu verbessern und ihre kommunikativen Eigenschaften so zu erweitern, daß sie der natürlichen Gesprächssituation so nah wie möglich kommen: "Erst ein gleichzeitiges *Fernhören* und *Fernsehen* kann einem Geschehnis, das der direkten Wahrnehmung durch die Sinne entzogen ist, jene plastische Wirkung verleihen, die wir für die naturgetreue Wiedergabe eines fernen Ereignisses fordern müssen." (Lertes, 1926, Vorwort) Heutzutage spricht man hier vom Leitbild der "Telepräsenz", der Zielvorstellung, über visuelle, sensorische und vielleicht sogar haptische Mensch-Maschine-Schnittstellen den Eindruck bzw. die Illusion eines wirklichen Zusammenseins zu erwecken. Am Beginn der Entwicklung der Bildtelefonie stand somit ein ausgesprochen kommunikations-ergonomisches Programm. Doch die ersten Realisierungen der neuen Technik seit Ende der zwanziger Jahre entsprachen so gar nicht diesen Zielvorstellungen einer quasi-natürlichen Dialogsituation.

¹ Robida, Albert, La vie électrique, Paris 1883; ders., Le vingtième siècle, Paris 1883; Reprint Genf 1981

1. Anlauf: Breitbandlösung mit mangelhafter Geräte- und Kommunikationsergonomie

Die Fernsprechgeräte des ersten Anlaufes des Fernsprechens in den USA im Jahre 1927 und in Deutschland 1929 waren geräte-ergonomisch noch äußerst mangelhaft. Die Bildzerleger und Bildgeber arbeiteten mit einer mechanischen Lochabtastung (Nipkow-Scheibe mit 1500 Umdrehungen pro Minute) und erzielten unter erheblicher Geräuschbelastung nur eine geringe Auflösung, das Demonstrationsmodell arbeitete gar nur mit 30 Zeilen und einer Bildfrequenz von 12,5 Hz (Gehrts, 1938, S. 234 ff.). Bei der Dienst Einführung des Bildfernsprechens im März 1936 brachte man es dann mit verbesserter Nipkow-Scheibe für die Abtastung und Braunscher Röhre für die Bildaufzeichnung auf 180 Zeilen und 25 Bildwechsel pro Sekunde. Der Benutzer sah aber noch immer ein flimmerndes Zeilenraster, das in Abbildungen meist durch Fotomontagen geschönt wurde, eine Praxis, die übrigens bis heute in der Produktwerbung für Bildtelefone üblich ist. Ein weiterer ergonomischer Mangel war die Notwendigkeit, wegen der massiven Ausleuchtungsprobleme das Gespräch von einer Zelle aus führen zu müssen. Der Teilnehmer saß in einem dunklen Raum, in dem nur die Abtastfläche, ein Kopfbild der Person, mit einer 750 Watt-Glühlampe ausgeleuchtet wurde, während die übertragenen Bilder des Gesprächspartners in einem Spiegel sichtbar gemacht wurden (Reuter, 1990, S. 210). Dies schuf nicht nur eine Art Verhörsituation, es war hierdurch auch unmöglich, aus einem Schriftstück vorzulesen oder gar ein Dokument zu zeigen, wie es bei geschäftlichen Gesprächen üblich ist. Dieser Mangel wurde schon bald deutlich: "Die Erfahrung hat auch gezeigt, daß die Dunkelheit in der Zelle die Orientierung erschwert und die Gesprächsteilnehmer befangen macht. Der Wunsch nach einer geeigneten Allgemeinbeleuchtung der Fernsprechzellen wurde dringend." (Gehrts, 1938, S. 245) Das Beleuchtungsproblem wurde erst durch den Leuchtschirmabtaster von Telefunken gelöst und damit zugleich die Voraussetzungen für den Übergang zu höheren Zeilenzahlen und zum Dokumentenaustausch geschaffen. Doch es blieb bei der Gerätekonfiguration einer Fernsprechzelle und damit bei der Notwendigkeit, sich mit dem Gesprächspartner vorher zu verabreden und einen festen Termin für das Telefonat zu buchen. Die hohe Erwartung in das neue Medium, daß sich mit der "Fernseh-Unterhaltung über beliebige Entfernungen" ein "weiterer Wunschtraum der Menschheit"² erfüllt habe, wurde gründlich enttäuscht. Die Anfangs-Euphorie flaute schnell ab, die Hardware-Ergonomie der visuellen Schnittstelle und die Kommunikations-Ergonomie dieses Dienstes waren so unzureichend, daß es zu keiner breiten Anwendung kommen konnte. Auch der hohe Übertragungsaufwand erlaubte keine Massenausbreitung, denn es waren für eine Verbindung zwei Koaxialkabel nötig. So stellte man im Jahre 1940 den "Fernseh-Sprechverkehr" aus Kostengründen und wegen des kriegsbedingten Bedarfes an Sprechkanälen wieder ein.

² So der Reichspostminister bei der Dienst Einführung am 1. März 1936, zit. nach: Reuter, 1990, S. 210 f.

2. Anlauf: Kompromiß zwischen Breitband- und Schmalbandtechnik als Universallösung

Der zweite Anlauf zu einer Realisierung und Markteinführung des Bildtelefons erfolgte dann erst in der zweiten Hälfte der fünfziger Jahre, nachdem die Fernsehtechnik und die Modulationsverfahren größere Fortschritte gemacht hatten. Dabei gab es zwei Entwicklungsrichtungen: Die eine lehnte sich näher an Fernsehstandards an (300-500 Zeilen und höhere Bildwechselraten), benötigte dann aber auch wegen der hohen Bandbreite Kupferkoaxialkabel und kam so nur für teure Nischenanwendungen in Frage. Die andere, zunächst vor allem von AT&T (Bell) verfolgte Strategie arbeitete nahezu mit Standbildern, bzw. mit sehr wenigen Bildwechseln, um den Bandbreitenbedarf deutlich zu reduzieren. Die Testversion des "PicturePhone"-Systems von 1956 und das 1964 der Öffentlichkeit vorgestellte System waren durch nur einen Bildwechsel alle 2 Sekunden bzw. 12. Wechsel pro Sekunde sehr schwerfällig und mit einem viel zu kleinen Display von einer unzureichenden ergonomischen Qualität (Hörner, Passon, 1966, S. 410 f.). Mit der zwischen 1964 und 1970 verbesserten "PicturePhone"-Version entschied sich die Bell-Gesellschaft dann für eine Kompromißlösung (vgl. Martin, 1977, S. 113 ff.). Man wählte eine abgespeckte DV-Qualität: 251 Zeilen und 30 Bildwechsel pro Sekunde bei einer Bildgröße von 12,5 x 14 cm, was eine Übertragungsbandbreite von 1 MHz gegenüber 5 MHz beim Fernseher ergab. Dadurch benötigte man keine Koaxialkabel mehr, sondern kam wie bei der Testversion mit drei normalen Twisted-Pair-Kabeln aus (ein Schaltkreis für Sprache, zwei für die Videodarstellung in jeder Richtung).³ Dieses System sollte dadurch kostengünstig arbeiten und wegen der gegenüber dem reinen Sprachtelefon nur dreifach teureren Übertragungskosten eine schnelle Verbreitung finden. Doch selbst bei diesem vereinfachten Zuschnitt kostete die Grundgebühr 125 Dollar und ein 3-Minuten-Gespräch von New York nach Chicago 27 Dollar, was die Nachfrage der Privathaushalte und der Geschäftskunden von Beginn an drosselte. Doch verhinderte nicht allein der Preis das Entstehen einer kritischen Masse beim Bildtelefondienst in Amerika, es kamen noch beträchtliche ergonomische Defizite hinzu.

AT&T plante mit dem Bildtelefon auch die Textübertragung und den Dokumenten-Abruf von Datenbanken und Bildabrufdiensten, wobei die Wähltastatur als Eingabemedium diente und der Bildschirm zugleich als ein alphanumerisches Display diente (Warwick, Phipps, 1971). Beide Bedienschnittstellen eigneten sich jedoch überhaupt nicht für Bürokommunikation, die Bedienung war zu kompliziert und die Schrift schwer lesbar. In einem Internversuch erprobten 40 Mitarbeiter des Entwicklungslabors das System und kamen, wie häufig bei Selbsterprobungen, zu dem Resultat: "To our knowledge, no significant human factor considerations have

³ Zu den Details siehe: Crater, T. V., The Picturephone System: Service Standards, in: The Bell System Technical Journal 50 (1971) 2, S. 235-269 Dorros, Irwin, The Picturephone System: The Network, in: ebda., S. 221-233; Breen, Charles, The PicturePhone System: Customer Switching System, in: The Bell System Technical Journal 50 (1971) 2, S. 553-565

been overlooked or compromised in the Mod II PICTUREPHONE set design." (Stokes, 1968, S.135) PicturePhone sollte aufgrund dieser Erweiterung zum Universalmedium werden und das Sprachtelefon endgültig ablösen. Zuversichtlich prognostizierte man, daß 1980 die erste Million PicturePhone-Geräte erreicht würden, daß bereits Ende der 90er Jahre 85% aller Meetings über Bildtelefone abgewickelt werden und um 2000 sollte dann schon ein großer Teil der Amerikaner vom Bildtelefon aus zu Hause arbeiten. Picturephone wurde einer der großen Fehlprognosen der Geschichte der Telekommunikation und zugleich einer der größten Flops: 1972/73 wurde die Produktion gestoppt und ca. 1977 die Entwicklung endgültig eingestellt. Damit waren ca. zwei Milliarden Mark Entwicklungsaufwand verloren. Erst nach dem Desaster begann man mit einer Untersuchung der Nutzungserwartungen und der Anforderungen der Verbraucher an das Produkt. Das Ergebnis der Studien warf alle Vorstellungen der Entwicklungsabteilung über Verbraucherwünsche und ergonomische Anforderungen über den Haufen (Noll, 1991, S. 138-190; 1992)

- Insgesamt bestand nur ein geringer Bedarf an visueller face-to-face-Kommunikation. Nach anfänglichem Interesse war den meisten Nutzern die zusätzliche Bildinformation unnötig oder gar lästig. Man fühlte sich immer etwas unbehaglich wie bei einem Fernsehauftritt.
- 2/3 der Nutzer von Picturephone waren an grafischer Festbild-Kommunikation interessiert, um beim Telefonieren Unterlagen zu zeigen, doch gerade daraufhin war die Geräteergonomie nicht optimiert. Bei der gewählten Auflösung waren die Dokumente zu undeutlich.
- Damit war das Produkt am Bedarf der Nutzer vorbeientwickelt: für die private Face-to-face-Kommunikation bestand keine große Nachfrage und für die geschäftliche Kommunikation war das System nicht ausgelegt.

Mit diesen Untersuchungen war zum ersten Mal das komplizierte Wechselspiel zwischen der Geräte- bzw. Hardware-Ergonomie und der Kommunikationsergonomie aufgedeckt worden, doch gerieten die Lehren aus diesem Flop schnell wieder in Vergessenheit.

3. Anlauf: Breitbandlösung im Rahmen der BIGFON-Vermarktung

In der Folge der beginnenden Diffusion von Glasfasern Ende der siebziger Jahre startete Mitte der achtziger Jahre ein dritter Anlauf zur breiten Markteinführung des Bildtelefons, diesmal als Kernbestandteil der optischen Breitbandkommunikation. Durch die Lichtwellenleitertechnik schienen auf einmal alle Bandbreitenprobleme beseitigt zu sein: Man brauchte also nicht mehr beim Übertragungsvolumen zu geizen, die volle TV-Bandbreite sollte das Bildtelefon zu einem attraktiven Chef- bzw. Managerkommunikationsinstrument und zum privatem Luxus-Medium machen (vgl. u.a. v. Berge; Zintz). Durch die Verwendung des Fernsehers als Endgerät konnte man andererseits teure Spezialentwicklungen sparen und stattdessen preiswerte Massenprodukte einsetzen. Im Heimbereich sollte der Fernseher zugleich als Telefon benutzt werden, dies sparte Anschaffungskosten und machte keine neue Bedien-schnittstelle und Bedientechnik notwendig. Das Bildtelefon sollte ein echtes Medium für die ganze Familie werden: "Hier gibt es unzählige Gelegenheiten: der Diaabend, die Fütterung von Babys, der Enkel am Klavier, das Vorführen einer jüngst erworbenen Zimmerausstattung, die Begehung der neuen Wohnung. Auch gemeinsame Betätigung über die Bildfernsprech-verbinding wäre denkbar: Musizieren, Spielen, Basteln. Auf diese Weise wird das Bildfern-sprechen helfen, persönliche Bindungen aufrecht zu erhalten, wenn aus beruflichen oder anderen Gründen Familien- und Freundeskreise geografisch getrennt sind" (Arndt, Fischer, Klein, 1985, S. 19). Die Anwendungsleitbilder folgten hier recht typisch harmonistischen Nutzungs-szenarien. Dadurch übersahen die Entwickler und Promotoren der Technik wie beim deutschen Bildschirmtext die typischen Nutzungskonflikte des Alltags und die Mängel der Konzeption: Die Mehrfachnutzung einer medialen Zentralressource führt meist zu Konflikt-situationen und kommunikativen Belastungen. Ebenso wenig erforschten sie die Bereitschaft der Nutzer, in voller Bildschirmgröße zu telefonieren, zumal durch den großen TV-Bildschirm der Blickfehlwinkel (Paralaxenverschiebung) weit über den optimalen 5° oder den noch akzeptablen 10° lag und bei der hohen Bildqualität auch noch voll ins Gewicht fiel (Flohrer, 1988, S. 397 ff.). Doch diese Mängel der Geräte- und Kommunikationsergonomie des Breitband-Bildtelefons wurden als Akzeptanzhindernis und Grund des Scheiterns überdeckt durch die immensen Kosten für die erforderliche Netzinfrastruktur. Die Breitbandvollver-kabelung hätte allein in Westdeutschland schätzungsweise 300 Milliarden DM gekostet, an eine schnelle Massenausbreitung war deshalb nicht zu denken, denn die Stückzahlen hätten nur langsam steigen und die Gerätepreise nur langsam sinken können. Im Jahre 1989 kostete ein komplettes Breitbandtelefon DM 38 000 - für 1995 rechnete man mit DM 5 000 - , also mit Preisen, bei denen eine "kritische Masse" nicht zu erreichen war. Das Breitbandbildtelefon wurde so Anfang der neunziger Jahre wieder fallengelassen, weil keine Nutzerakzeptanz erkennbar war und weil sich das Breitbandnetz ohnehin nicht sehr schnell realisieren ließ. Die Hoffnung auf die Sogwirkung des Fernsehtelefons entsprechend dem Siegeszugs des Fern-sehers erwies sich als ein Trugschluß.

4. Anlauf: Schmalbandlösung im Rahmen der S-ISDN-Vermarktung

Der vierte Anlauf ging dann Ende der achtziger Jahre wieder zurück in den Schmalbandbereich: Das Bildtelefon wurde Bestandteil der Schmalband-ISDN-Vermarktungsstrategie. Durch eine weltweite Standardisierung der Videocodierung, eine verminderte Bildqualität, extreme Datenreduktion von 216 Mbit/s (CCIR 601-Format) auf 112 kbit/s (2 ISDN-Basis-Kanäle à 64 kbit/s) und sehr kleine kompakte Displays sollte die Kommunikation im ISDN auf dem vorhandenen Kupfernetz laufen, teure Spezialnetze vermieden werden und so ein sehr preiswerter Massendienst entstehen. Dem Bildtelefon und nicht dem PC war die Rolle des Zugpferdes für den schnellen Aufbau des Schmalband-ISDN zgedacht. Ohne die Benutzerakzeptanz vorher wirklich zu erkunden, setzte man auf das ISDN-Bildtelefon als Rettungsanker für den stagnierenden Ausbau des ISDN-Netzes (vgl. Anonym, 1998, S. 22-26). Prognosen Anfang der 90er Jahre gingen so von 0.3 Mio Bildtelefonnutzern im Jahre 1997 und schon 0.9 Mio im Jahre 2000 aus (Infonorma-Studie, 1991). Dabei sollte der Einstieg mit geschäftlichen Nutzern wie Werbeagenturen, Architekturbüros und Anwaltskanzleien erfolgen, während mit der privaten Bildtelefonie erst Ende der 90er Jahre gerechnet wurde.

Doch trotz beträchtlicher nachrichtentechnischer Fortschritte gegenüber dem PicturePhone weist auch dieser schmalbandige Bildtelefon-Typ noch immer ergonomische Mängel auf. Man konnte zwar zwischen der höheren Übertragungsqualität im CIF-Format (Common Intermediate Format, 352 horizontale x 288 vertikale Bildpunkte) auf zwei ISDN-Leitungen oder der schlechteren im QCIF-Format (Quarter-CIF, 176 x 144 Bildpunkte) auf einer Leitung wählen (Zur Standardisierung siehe bes. Schaphorst, 1996, S. 20 ff.). Doch war die Bildqualität anfangs sehr unzureichend, denn als Folge der extremen Bildkomprimierung waren die Bilder relativ unscharf und bei Bewegungen traten aufgrund der zunächst 6-8 bzw. 10-12 Bilder pro Sekunde Slapstick-Effekte auf. Erst mit dem CCITT-Standard H.320 wurden beide Videoformate mit 30 Rahmen pro Sek. wiedergegeben, doch die mit dem QCIF-Format arbeitenden preiswerten Bildtelefone blieben mangelhaft, zumal sie wegen der schlechtern Auflösung nicht über eine Bildschirmdiagonale von 10 cm hinausgehen durften (Weth, G.; Appelhans, 1990, S. 174). Die versprochene Bereicherung der Face-to-face-Kommunikation durch die Bildtelefonie ließ sich mit derart kleinen Displays und unzureichenden Bildqualitäten natürlich nicht verwirklichen. So spottete man z.B. über das Bildtelefon der Telekom "Xitel", das seit 1993 für 1200 DM im regulären Angebot zu haben war, die "Qualität war so schlecht, daß das Bild wenigstens nicht vom Ferngespräch ablenkte." (Pauler, 1998, S. 26)

Durch Fortschritte bei der Datenreduktion und der Bewegungs-Interpolation in der letzten Zeit gibt es hier aber deutliche Verbesserungen. Die Bildqualität ist bei neueren Produkten jedenfalls kein Akzeptanzproblem mehr, die drastische Reduktion des Übertragungsaufwandes führt jetzt kaum mehr zu Einbußen bei der visuellen Qualität. Die verminderte Abtastrate und

geringere Bildauflösung bedingt aber Zugeständnisse bei der Bildgröße: Es wurden meist 7-9 Zoll-Geräte im Monitorlook angeboten oder zuletzt noch kleinere LCD-Displays (Flüssigkristall-Anzeigen). Optisch bereitet dies nur bei sehr kleinen Bildschirmen Schwierigkeiten, die Beeinträchtigung liegt hier eher in der Wirkung auf die Gesprächssituation. Der Blickfehlwinkel stellt als Folge der Verkleinerung des Displays nicht mehr ein so großes Problem dar, denn er liegt unter 7,5% und damit unter der in empirischen Versuchen ermittelten Toleranzgrenze der Abweichung (Flohner, 1988, S. 397). Bei der Gerätebedienung und Bedienschnittstelle der derzeitigen Bildtelefontechnik ist der auch bei anderen elektronischen Geräten bestehende Zielkonflikt erkennbar: Die Bedienung kann vor allem beim PC-Bildtelefon statt über Knöpfe auch über ein Menü abgewickelt werden. Es besteht dabei eine größere Freiheit beim Umfang der Funktionalität. Bei vielen Wahlmöglichkeiten kann sich der Benutzer hier aber schnell im Menü-Baum verlieren. Bei einfachen Geräten sind die Bedienfelder einfach und übersichtlich gestaltet, der Benutzer kann hier aber wenig Einfluß nehmen auf den Kommunikationsablauf. Bei den Komfortsystemen hat der Anwender dagegen viele Eingriffsmöglichkeiten, dafür ist die Bedientechnik aber für Laien ziemlich kompliziert, auch wenn die Menüs nach den Erkenntnissen der Softwareergonomie strukturiert sind.

5. Anlauf: Konkurrenz zwischen Breit- und Schmalband-Ansatz: B-ISDN – XDSL – Internet-VoIP

Ab ca. 1997 kam es zu einer Neuauflage der Breitband-Ansätze, u.z. im Rahmen der Planungen für ein breitbandiges Breitband-ISDN auf ATM-Basis (Asynchronous Transfer Mode), das die Vorteile der Durchschaltvermittlung mit der paketweisen Übertragung verbindet. Da dieser zellenorientierte Übertragungs- und Vermittlungsnetz-Standard aufgrund seiner Bitraten-Flexibilität und Quality-of-Service-Fähigkeiten ein besonderes Breitbandnetz für die Videoübertragung unnötig machte, schien ATM die Patentlösung für Bildtelefonie, Videokonferenzen und Multimediakommunikation zu werden, denn damit ließen sich die ergonomischen Defizite des schmalbandigen ISDN-Bildtelefons endgültig überwinden. Die Bildtelefonie sollte auch für dieses neue Universalnetz *die* Killerapplikation werden. Doch es scheint so, daß wegen der ablehnenden Haltung der USA gegenüber der weitgehend europäischen ATM-Initiative die ATM-Technik so teuer bleibt, daß sie gegenüber der immer mehr expandierenden TCP/IP-Technik nur noch geringe Durchsetzungschancen hat. Nach unten hin wird die potentielle Nachfrage nach ATM-Netzen für die Bildtelefonie zudem von den XDSL-Diensten und anderen Local-Loop-Techniken auf Kupferbasis beschränkt, denn sie ermöglichen breitbandige Kommunikationsdienste auf vorhandenen Kupferleitungen. Während hier auf höhere Bild- und Tonqualität gesetzt wird, nimmt man bei den neuesten Bildtelefon-Ansätzen im Rahmen von Voice-over-IP und dem neuen universalem Mobil-funkstandard UMTS wieder einen qualitätsreduzierten Dienst in Kauf. Beim VoIP hofft man, daß die niedrigen Nutzungsgebühren - angeblich weltweiter Ortstarif statt der zwei ISDN-Kanäle - eine schnelle Akzeptanz schaffen.

6. Anlauf: Bestandteil des Mobilfunks der 3. Generation (UMTS)

Ab 2003 tauchte das Bildtelefon erneut in einer schmalbandigeren Version im Rahmen der Vermarktungsstrategien für das Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) auf. Da man für das seit den 90er Jahren in Vorbereitung befindliche Mobilfunknetz der dritten Generation noch keine Killerapplikation in Aussicht hatte, besannen sich die Telekom-Provider und die Geräteanbieter wieder neben dem Fotohandy auf das Bildtelefon als Zugpferd für eine möglichst schnelle Diffusion des in vielen Ländern mit hohen Lizenz- und Einstiegskosten verbundenen Nachfolgenetzes für das erfolgreiche GSM-Mobilfunknetz. Bereits 2001 kam Nokia mit dem ersten Fotohandy auf den Markt, das allerdings noch über eine sehr geringe Auflösung verfügte. Seit 2003 stehen höherauflösende Digitalkameras im Mobilfunkbereich zur Verfügung, anfangs mit 1,3 Megapixel, bald mit bis zu 7 Megapixel. Für die anvisierten Bildtelefon-Handys entstand nun der Zielkonflikt zwischen Display-Qualität und Übertragungsvolumen. Die Entscheidung fiel zunächst zugunsten der Lowcost-Version, denn die generelle mobile Verfügbarkeit von Bewegtbild-Informationen - vor allem vom Urlaubsort nach Hause - schien den Verzicht auf bessere geräteergonomische Qualität beim UMTS-Bildtelefonieren zu rechtfertigen. Einen Lösungsansatz für dieses Dilemma bot das Heinrich-Hertz-Institut mit einem auf der auf der IFA 2003 vorgestellten Bildtelefon-Handy, das durch Datenkompression und dem MPEG-4-Streaming-System eine akzeptable Bildqualität mit Datenraten von wenigen Kbit/s garantiert. Abgesehen von der Displaygüte schafft auch erst eine solche Senkung des Übertragungsvolumens überhaupt die Voraussetzung einer breiteren Diffusion des Bildtelefons in dem Shared Medium UMTS. Doch selbst bei einer befriedigenden und von den Übertragungskosten her tragbaren Display-Ergonomie weist das Handy weitaus größere bedien- und kommunikationsergonomische Defizite als die stationären Geräte auf: der geringe Abstand des 4mm Weitwinkelobjektivs bewirkt eine deutlich wahrnehmbare Verzerrung der Gesichter, durch Bildverzögerungen ist die Lippen-synchronität nicht gewährleistet, was zu weiteren komischen Effekten beim Telefonieren führt. Vor allem aber führt das Weghalten des Handys vom Körper zu einer äußerst mangelhaften akustischen Verständigung, die nur durch ein sehr lautes Sprechen ausgeglichen werden kann. Doch auch wenn dieser Mangel durch ein zusätzliches Headset behoben würde, bleibt das anstrengende Fernhalten des Gerätes vom Körper, das zudem sehr leicht Paralaxenverschiebungen bewirken kann. All dies spricht eher dafür, daß es sich bei der UMTS-Bildtelefonie eher um einen gelegentlich interessanten Zusatznutzen, aber nicht um die ersehnte Killerapplikation handelt, das den Durchbruch der neuen Mobilfunkgeneration garantiert.

III Fazit

Die Hersteller und Betreiber von Systemen der Telekommunikation haben in einer mehrmaligen Zickzack-Entwicklung zwischen teuren breitbandigen und billigeren schmalbandigen Bildtelefon-Systemen den Zielkonflikt zwischen ergonomischer Qualität und Kostenaufwand zu lösen versucht. Man ging aufgrund des zugrundeliegenden Telepräsenz-Leitbildes immer davon aus, daß die Benutzer Bildtelefone sehr breit akzeptieren würden, wenn nur der Preis oder die technische Qualität stimmten. Doch auch nachdem in jüngster Zeit selbst die Lowcost-Versionen eine akzeptable Bildauflösung und Bildschärfe aufweisen, ist der große Andrang auf das "Telefon der Zukunft" (Quadt, 1991) ausgeblieben. Man übersah bei dem Hin und Her zwischen Breitband- und Schmalband-Systemen bzw. Luxus- und Standardausführungen, daß die eigentlichen Probleme nach wie vor hauptsächlich bei der Kommunikationsergonomie liegen und nicht bei der Geräte- und Bedienergonomie. So kommt Michael Noll bei einem Vergleich der neueren Bildtelefon-Ansätze mit dem PicturePhone zu dem Resultat: "It seems very clear that AT&T's PicturePhone service failed not because of [...] any technological factor, nor because of inadequate marketing efforts or price, but for the simple reason that most customers had no applications for it. [...] there is nothing new in these recent attempts at reinventing PicturePhone for face-to-face video communication: they will only replicate the past with the same results: namely, market failure." (Noll, 1992, S. 315, zit. nach Kraut, Fish, 1997, S. 542) Auch in Europa wird bei den Promotoren der Bildtelefonie inzwischen eingeräumt, daß die "eingefahrenen Kommunikationsgewohnheiten, die die Bildtelefon-Anwender erst einmal ablegen müssen, der größte Hemmschuh sind: 'Wir müssen erkennen, daß selbst kostenlos abgegebene Bildtelefone nicht zwangsläufig dazu führen, daß nun jedes Telefonat per Bildtelefon geführt wird. Wir müssen erst lernen, mit dem Bild umzugehen; dieser Prozeß kann unter Umständen eine ganze Generation dauern.' " (Wolfgang Peters nach: Pauler, 1998, S. 32) Dabei steht die mangelnde Bereitschaft zu Änderung von Nutzungsgewohnheiten beim Bildtelefon offensichtlich im deutlichen Widerspruch zu dem dem beim Handy, wo innerhalb nur eines Jahrzehnts ist ein genereller Wandel der Telefonierverhaltens eingetreten ist.

Die visuelle Komponente in der Telekommunikation ist nach diesen Erfahrungen nicht so selbstverständlich wie in der realen Gesprächssituation. Bei Nutzerbefragungen stellte sich immer wieder heraus, daß viele Benutzer ihr Gegenüber sehen wollen, aber nur ein Bruchteil möchte selber gesehen werden. Vor allem möchte man nur mit ganz bestimmten Personen zusätzlich visuell kommunizieren und keinesfalls bei allen Telefonaten. Auch bei der kommerziellen Nutzung widerspricht die tatsächliche Nutzung dem meist bei Beginn der Einführung bekundeten großen Interesse der Anwender am Bildtelefonieren: der Anteil der Bildtelefonate sank in Feldversuchen von anfangs 75% schnell auf 30% und nach wenigen Monaten auf unter 10% (Romahn, Prussog, Mühlbach, 1987, S. 162 f.) Weder im privaten

noch im geschäftlichen Bereich wird das Bildtelefon demnach als Standardmedium akzeptiert. Doch dadurch entsteht ein Teufelskreis für die Anbieter: Die Systeme dürfen für gelegentlichen Gebrauch nicht viel teurer sein als herkömmliche Sprachtelefone. Die geringe Nachfrage und die fehlende kritische Masse bewirken aber, daß die Preise (um 1000 DM pro Stück, 1700-1800 DM für ein Gerätepaar) immer noch erheblich über den von gelegentlichen Nutzern akzeptierten Preisvorstellungen liegen. Die Entwicklung des Mediums ist dadurch bis heute noch blockiert. Die Hersteller schwanken weiterhin zwischen ergonomisch und technisch avancierten Lösungen, die aber in der Anschaffung und im Betrieb relativ teuer sind, und ergonomisch reduzierten Sparlösungen mit Minibildschirmen, die jedoch mangels Ausbreitung immer noch zu teuer blieben. Die eigentlichen kommunikationsergonomischen Mängel gerieten bei diesen ständigen Strategiewechseln aber nie in den Blick oder wurden unterschätzt. Die mangelnde Akzeptanz der Bildtelefonie wie auch die Rückkehr vieler Benutzer von der Sprachkommunikation zur textuellen Mail-, SMS- und Chat-Kommunikation zeigt vielleicht, daß das seit Alexander Campbell bestehende Telepräsenz-Leitbild der Informationstechniker den viel stärker selektiven und situativen Kommunikationsgewohnheiten nicht gerecht wird.

Literatur

- Alkon, Paul K., Science Fiction before 1900. Imagination Discovers Technology, New York, Oxford u.a. 1994, S. 89-97
- Angiolillo, Joel S.; Blanchard, Harry E.; Israelski, Edmond W.; Mané, Amir, Technology Constraints of Video-Mediated Communication, in: Finn, Kathleen E.; Sellen, Abigail J., Wilbur, Sylvia B., Video-Mediated Communication, Mahwah, N. J. 1997, S. 51-73
- Anonym, Bildtelefon in Deutschland: Rettungsanker für ISDN?, in: Funkschau 14/1989, S. 22-26
- Anonym, Bildtelefone: Auf Anruf Bild, in: Funkschau 5/1988, S. 36-38
- Arndt, Gerhard; Fischer, Kurt; Klein, Peter, Von Angesicht zu Angesicht. Vorzüge des privaten Bildtelefons, in: Siemens-Magazin COM 5/85, S. 17-19
- Berge, Ekkehard vom, Kommt die Breitbandkommunikation?, in: ntz 28 (1975) 9, S. K 329-331
- Bialezki, J., Geschäftliche Anwendungen für das Bildtelefon, in: ITG-Fachtagung "Kommunikation im ISDN (ITG-Fachbericht, Bd. 111), Berlin, Offenbach 1990, S.
- Biere, Dietmar; Meurer, Werner; Kummerow, Thomas, Video-Codec und Endgeräte für das ISDN-Bildtelefon, in: ntz 42 (1989) 3, S. 136-138
- Bierhals, Rainer, Bildtelefon im Organisationsschatten, in: net 42 (1988) 9, S. 370-372
- Blohm, Werner; Prussog, Angela; Mühlbach, Lothar, Hochaufgelöste Dokumentenübertragung beim Bildfernsprechen, in: ntz 44 (1991) 1, S. 28-31
- Bodenschatz, Heinrich, Video-Kommunikationssysteme, in: ntz 25 (1972) 3, S. 129-132
- Breen, Charles, The PicturePhone System: Customer Switching System, in: The Bell System Technical Journal 50 (1971) 2, S. 553-565
- Briggs, Asa, From Prophecy to Prediction. The tube of plenty: towards an „age of television“, in: Futures Dez. 1977, S. 519-525
- Brosze, O.; Schmidt, K.O.; Schmoltdt, A., Der Gewinn an Verständlichkeit beim "Fernsehsprechen", in: NTZ 15 (1962), S. 349-352
- Cagle, W. B.; Stokes, Rembert R.; Wright, B. A., The PicturePhone System: 2C Video Telephone Set, in: The Bell System Technical Journal 50 (1971) 2, S. 271-312
- Crater, T. V., The PicturePhone System: Service Standards, in: The Bell System Technical Journal 50 (1971) 2, S. 235-269
- Dickson, Edward M.; Bowers, Raymond, The Video Telephone, a Preliminary Technology Assessment, prepared for the National Science Foundation, Cornell University, Ithaca, N. Y. 1973
- Dorros, Irwin, The Evolution of PICTUREPHONE Service, in: Bell Laboratories Record 47 (1969), S. 137-141

- Dorros, Irwin, The PicturePhone System: The Network, in: The Bell System Technical Journal 50 (1971) 2, S. 221-233
- Dyck, Claus, Video-Kommunikations-System als Informationssystem, in: ntz 28 (1975) 10, S. K 359
- Finn, Kathleen E.; Sellen, Abigail J., Wilbur, Sylvia B., Video-Mediated Communication, Mahwah, N. J. 1997,
- Fischer, Kurt, Bildkommunikation - Möglichkeiten und Probleme, in: Siemens-Zeitschrift 56 (1982) 4, S. 12-15
- Fish, Robert S.; Kraut, Robert E.; Root, R.; Rice, R. E., Video as a Technology for Informal Communication, in: Communications of the ACM 36 (1993), S. 48-61
- Flohner, Walter, Benutzergesichtspunkte des Bildtelefons, in: ITG-Fachtagung "Nutzen und Technik von Kommunikationsendgeräten (ITG-Fachbericht, Bd. 101), Berlin, Offenbach 1988, S. 393-407
- Flohner, Walter, Methodisches Gestalten am Beispiel des Bildtelefons, in: Ohnsorge, Horst, Benutzerfreundliche Kommunikation. User-friendly communication. Vorträge des am 12./13.März 1990 in München abgehaltenen Kongresses, Berlin, Heidelberg, New York 1990, S. 66-81
- Flohner, Walter; Mosel, H.-J., Vom Telefon zum multifunktionalen Bildtelefon, in: Informationstechnik (it) 31 (1989) 3, S.
- Fornel, Michel de, Zur sozialen Aneignung des Bildtelefons (Videophone). Der Pilotversuch in Biarritz, in: Becker, Jörg (Hrsg.), Fern-Sprechen. Internationale Fernmeldegeschichte, - soziologie und -politik, Berlin 1994, S. 372-383
- Fromme, M., Bildtelefon und Videokonferenzen, Lehrgebiet Rechnernetze und Verteilte Systeme, Universität Hannover 1995
- Gehrts, A., Ferngesprächen und Fernsehrundfunk, in: Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 2 (1938), S. 233-267
- Goebel, G., Das Fernsehen in Deutschland bis zum Jahre 1945, in: Archiv des Post- und Fernmeldewesens 5 (1953), S. 259-393
- Hahn, Norbert, ISDN macht Bildtelefon möglich. Vision geht in Erfüllung, in: net 44 (1990) 9, S. 374-375
- Hall, A. D., Experiments with Picturephone Service, Bell Laboratories Record 42 (1962), S. 114-120
- Hardeman, L. J., Picturephone to Change Its Image, in: Electronics (1973), S. 75-76
- Hörner, Otto; Passon, Wolfgang, Geschichte und technische Probleme des Fernseh-Telephons, in: ntz (1966) 7, S. 409-416
- Hudetz, Walter, Begleituntersuchung zu Bildtelefon-Pilotanwendungen, FhG-ISI Karlsruhe 1991
- Hudetz, Walter, Die Qual der Wahl. Videokommunikation am Arbeitsplatz, in: net 46 (1992) 3, S. 113-117
- Hudetz, Walter; Rachor, Ursula, Bildtelefon am Arbeitsplatz. Marktlücke schließen, in: net 44 (1990) 9, S. 383-388
- Kellner, B.; Mühlbach, Lothar, Prussog, Angela; Romahn, Götz, Bildtelefon mit Blickkontakt? Technische Möglichkeiten und empirische Untersuchung, in: ntz 38 (1985) 10, S. 698-703
- Klie, Jürgen, A Video Telephone System with an Increased Resolution for Facsimile Transmission, in: ntz 28 (1975) 2, S. 69-73
- Kricke, Dieter, Gestaltungsgesichtspunkte für ein multifunktionales Bildendgerät im ISDN, in: Nutzung und Technik von Kommunikationsendgeräten (ITG-Fachbericht 101), Berlin, Offenbach 1988, S. 213-219
- Kraut, Robert E.; Rice, R. E.; Cool, C.; Fish, Robert S., Life and Death of a Videophone: Structural and Social Influences on the Use of a New Communications medium, in: Proceedings of the Conference on CSCW '96, New York 1994, S.
- Kraut, Robert E.; Fish, Robert S., Prospects for Videotelephony, in: Finn, Kathleen E.; Sellen, Abigail J., Wilbur, Sylvia B., Video-Mediated Communication, Mahwah, N. J. 1997, S. 541-561
- Lertes, P., Fernbildtechnik und elektrisches Fernsehen, Frankfurt a. M. 1926
- Lipartito, Kenneth, Picturephone and the Information Age: The Social Meaning of Failure, in: Technology and Culture 44 (2003) 1, S. 50-81
- Martin, James, Future Developments in Telecommunications, Englewood Cliffs, N. J. 1977 (Kap. 8: "Video Telephones, S. 113-131)
- Mauersberger, W.; Mohr, P., Zur Problematik von Kathodenstrahl-Displays für die Bürokommunikation, in: Fernseh- und Kinotechnik 39 (1985) 7, S. 337-341
- May, Franz, Algorithmen und Realisierung eines ISDN-Bildtelefon-Codecs, in: ntz 42 (1989) 3, S. 130-133
- Mainzer, E. A., AT&T PicturePhone. The Dysfunctionality of a Functional Structure, New York 1984
- Metzendorf, Heinrich, Bedienerführung für multifunktionale Endgeräte: Forderungen und Realisierungsmöglichkeiten, in: ntz 38 (1985) 1, S. 28-33
- Mühlbach, Lothar, Nutzergerechte Bildfernsprechendgeräte, in: ntz 40 (1987) 7, S. 506-511
- Mühlbach, Lothar; Kellner, B., Tonqualität beim Bildfernsprechen. Ergebnisse experimenteller Untersuchungen, in: ntz Archiv 9 (1987) 7
- Mühlbach, Lothar; Prussog, Angela, Bildtelefon im Wohnzimmer? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, in: ntz 37 (1984) 8, S. 486-490
- Noll, A. Michael, Introduction to Telephones and Telephone Systems, 2. Aufl. Boston, Lindon 1991 (S. 188-190: Lessons from PicturePhone)
- Noll, A. Michael, Anatomy of a Failure: PicturePhone Revisited, in: Telecommunications Policy 16 (1992) 5/6, S. 307-316
- Pauler, Wolfgang, Bildtelefon - Technik gut, Zukunft ungewiß, in: Funkschau 5/1998, S. 26-33

- Peters, Wolfgang P., 100 Mio. ISDN-B-Kanäle allein in Deutschland - eine Utopie?, in: ntz (1998) 3, S. 60-61
- Peters, Wolfgang P., Bildkommunikation über das ISDN. Exzellente Voraussetzungen und geringe Risiken, in net 50 (1996) 8/9, S. 25-26
- Peters, Wolfgang P., Einstieg in die Videokommunikation auf breiter Basis, in net 49 (1995) 7, S. 25
- Peters, Wolfgang P., ISDN-Bildübermittlung. Schlüssel für eine bessere und sichere Telekommunikation, Teil 1, in: ntz (1996) 7, S. 26-32 Teil 2, in: ntz (1996) 8, S. 6-15
- Prussog, Angela, Zu Problemen der Bedienbarkeit eines Multi-Dienste-Endgerätes. Untersuchungen mit einem Experimentalsystem, in: Schönplflug, W. (Hrsg.), Software-Ergonomie '87. Nutzen Informationssysteme dem Benutzer Berichte des German Chapter of the ACM), Stuttgart 1987, S. 231-240
- Quadt, Hans-Peter, Der Bildtelefondienst vor dem Start. Das Telefon der Zukunft, in: net 45 (1991) 3, S. 70-72
- Quadt, Hans-Peter, Die Bewegbildzeit kann beginnen. Bildtelefon will den Privatmarkt erobern, in: net 50 (1996) 12, S. 34-36
- Rachor, Ursula, Multimedia-Kommunikation im Bürobereich (Technik, Wirtschaft und Politik. Schriftenreihe des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik (ISI), Heidelberg 1994
- Reuter, Michael, Telekommunikation. Aus der Geschichte in die Zukunft, Heidelberg 1990, S. 210-214
- Romahn, Götz; Kellner, B.; Mühlbach, Bildfernsprechkonferenz. Erste Erfahrungen mit einem Multipoint-Experimentalsystem, in: ntz 38 (1985) 10, S. 690-695
- Romahn, Götz; Prussog, Angela; Mühlbach, Lothar, Bildfernsprechen am Arbeitsplatz, in: ntz 40 (1987) 3, S. 160-165
- Romahn, Götz; Prussog, Angela; Mühlbach, Lothar, Video Telephone in a Real Work Situation, in: Eleventh International Symposium on Human Factors in Telecommunications, Sept. 1985, S. =3-1/7-7
- Runde, Detlef; Hopf, Klaus; Rose, Bernd; Kolrep, Harald; Prussog, Angela, Interaktives Arbeiten mit Dokumenten beim Bildfernsprechen, in: ntz 44 (1991) 1, S. 22-26
- Schaphorst, Richard, Videoconferencing and Videotelephony, Boston, London 1996
- Schröck, Werner; Weßelmann, Hans-Jürgen; May, Franz, Bildtelefone: Fernsehen statt Fernsprechen, in: Funkschau 23/1988, S. 58-61
- Speltacker, Wilfried; Weick, Günter, Entwicklung von Bildenendgeräten und ihre Nutzung, in: ntz 42 (1989) 3, S. 146-149
- Stadtherr, Karl O., Weltweite Bildkommunikation mit 64 kbit/s. Das Bild im Fernsprechkanal, in: net 43 (1989) 3, S. 117-121
- Stokes, Rembert R., Human Factors and Appearance Design Considerations of the Mod II Picturephone Station Set, in: 1968 IEEE International Conference on Communications, Conference Record, New York Juni 1968, S. 130-135
- Warwick, P. S.; Phipps, G. W., The PicturePhone System: Computer Access, in: The Bell System Technical Journal 50 (1971) 2, S. 683-700
- Weth, G.; Appelhans, G., ISDN-Bildtelefon: Anwendungsgerechte Produktgestaltung, in: ITG-Fachtagung "Kommunikation im ISDN (ITG-Fachbericht, Bd. 111), Berlin, Offenbach 1990, S. 169-176
- Whitaker, Steve; O'Conaill, Brid, The Role of Vision in Face-to-Face and Mediated Communication, in: Finn, Kathleen E.; Sellen, Abigail J., Wilbur, Sylvia B., Video-Mediated Communication, Mahwah, N. J. 1997, S. 23-49
- Zintz, Klaus, BIGFON: Telefon mit Blickkontakt, in: Bild der Wissenschaft 7/1984, S. 72-75