

Einige Entwicklungstrends der IuK-Technologien

*Prof. Dr.-Ing. Firoz Kaderali / Sonja Schaup
FernUniversität Hagen
FB Elektrotechnik, FG Kommunikationssysteme
Feithstraße 142 / TGZ
58084 Hagen*

Das beständige Wachstum der Informations- und Kommunikationstechnologien wird sich auch in den nächsten Jahren fortsetzen. Neue breitbandige Anwendungen, wie beispielsweise Business-TV, Telelearning oder Telearbeit werden das weltweite Wachstum im Bereich der IuK-Technologien ebenfalls entscheidend beeinflussen - vorausgesetzt, die Nutzer verfügen in naher Zukunft über kostengünstige breitbandige Teilnehmeranschlüsse und Möglichkeiten zur sicheren Datenübertragung und Bezahlung.

Im Rahmen des NRW-Forschungsverbundes „Multimedia und Gesellschaft“ wurden von uns Entwicklungstrends der IuK-Technologien untersucht und veröffentlicht¹. Im folgenden werden Entwicklungstrends in drei weiteren Bereichen vorgestellt: Content, Zugangstechnologien und Datensicherheit.

1 Ausgangssituation

In den letzten Jahren hat sich die Anzahl der Internetnutzer weltweit jährlich in etwa verdoppelt (Tabelle 1).

Im Juni 1999 gab es weltweit ca. 179 Millionen Internetnutzer und im Jahr 2005 sollen es weit mehr als 350 Millionen sein.

Datum	Anzahl	Prozent der Bevölkerung
Dezember 1998	160 Millionen	3,91
Dezember 1997	70 Millionen	1,71
Dezember 1996	36 Millionen	0,88
Dezember 1995	16 Millionen	0,39

Tabelle 1: Anzahl der Internetnutzer weltweit.

¹ Siehe Berichte [1], [2] und [3].

Allein in Deutschland stieg die Anzahl der Internetnutzer in den letzten sechs Monaten um 40 Prozent auf nunmehr 8,4 Millionen. Bis zum Jahr 2003 wird jeder zweite Deutsche über einen Anschluß zum Internet verfügen.

Die Menge der über das Internet transportierten Daten verdoppelt sich derzeit alle drei bis vier Monate. Neue multimediale Anwendungen wie Streaming-Angebote im Audio- und Videobereich, Video-on-demand, Electronic Commerce und der Vertrieb multimedialer Lehrmaterialien (Kapitel 2) fordern auch im Massenmarkt der Privatkunden höhere Übertragungsraten, als sie die heutigen Highspeed-Modems mit 56 kbit/s und ISDN mit 128 kbit/s bereitstellen können.

Eine Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung dieser immer ausgefeilteren Anwendungen ist der breitbandige Teilnehmeranschluß.

Von den derzeit in Entwicklung befindlichen bzw. bereits verfügbaren Technologien für den breitbandigen Teilnehmeranschluß werden die folgenden in Kapitel 3 vorgestellt: xDSL, Power Line, TV-Kabelnetze, Glasfaser, Satellitensysteme und Wireless Local Loop.

Da das Internet nicht zur Übertragung sicherheitskritischer Informationen entwickelt wurde, erfordern neue Anwendungen auch neue Sicherheitskonzepte – gerade im Bereich des Electronic Commerce (Kapitel 4).

2 Multimedia-Inhalte

In den letzten Jahren hat das Angebot an kommerziellen Multimedia- und Online-Anwendungen für Geschäfts- und Privatkunden stark zugenommen. Wie Abbildung 1 zeigt, wird das WWW zwar immer noch bevorzugt für persönliche Zwecke genutzt, doch auch der berufliche Einsatz und die Aus- und Fortbildung gewinnen zunehmend an Bedeutung.

- Im Bildungswesen werden klassische Lernkonzepte z. B. durch multimediale Anwendungen ergänzt und ermöglichen breiten Anwenderschichten zusätzliche Möglichkeiten zur Fort- und Weiterbildung.
- Durch neue Formen der Telearbeit wird die traditionelle Trennung von Arbeitswelt und privatem Umfeld zusehends aufgehoben.
- Der Vertrieb von Produkten und Dienstleistungen wird sich ebenso verändern wie Unterhaltung und Informationsgewinn.

Zu den typischen Anwender-Zielgruppen im Geschäftskundenbereich gehören z.B. Branchen mit hohem Filialisierungsgrad:

- Angebot multimedialer Informationen über Urlaubsziele in der Tourismusbranche.
- Realisierung von Multimedia-Shopping-Konzepten als Wettbewerbschance, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen.
- Anwendungen im Bereich der Telemedizin, z.B. die Durchführung von Videokonferenzen zwischen Ärzten oder die Live-Übertragung von OP-Aufnahmen.

Neue breitbandige Zugangstechnologien vorausgesetzt, können im Privatkundenbereich Dienste wie z.B. Internet-TV, Video-on-Demand, Telelearning und Electronic Commerce verstärkt angeboten werden.

Primary Uses of the Web (1998)

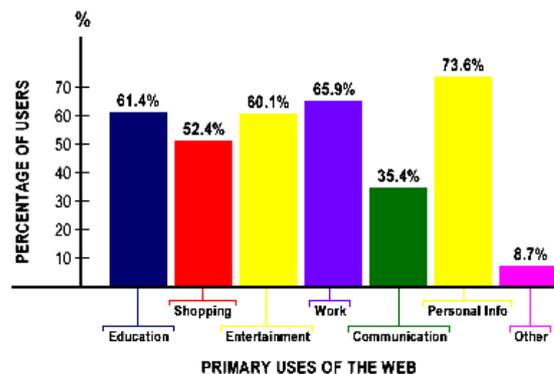


Bild 1: Internet-Nutzung weltweit. [4]

Insgesamt ist festzustellen, daß in den kommenden Jahren mit der Verfügbarkeit von breitbandigen Netzen ihre Bedeutung abnehmen, die der Inhalte hingegen zunehmen wird.

Im Jahr 1996 betrug das Umsatzvolumen der multimedialrelevanten IuK-Märkte in den G7-Ländern etwa 2.330 Milliarden DM. Davon entfielen

- 33,6 Prozent auf den Bereich Netze,
- 31,6 Prozent auf den Bereich Inhalte,
- 22,8 Prozent auf den Bereich Endgeräte und
- 12 Prozent auf den Bereich Bauelemente.

Von 1992 bis 1996 wuchs der G7-Markt jährlich um etwa 10,4 Prozent, der Bereich Inhalte steigerte seinen Gesamtmarktanteil von 30,1 Prozent auf 31,6 Prozent. In Deutschland war im gleichen Zeitraum ein jährliches Wachstum von fast 10 Prozent auf insgesamt 24 Prozent zu verzeichnen.

Im Jahr 2001 soll der Gesamtmarkt in den G7-Ländern bei etwa 3.900 Milliarden DM liegen. Der Bereich Inhalte wird dieses Wachstum am stärksten beeinflussen

und dann mit etwa 38 Prozent Anteil vor der Netzebene den größten Marktbereich innerhalb der G7 darstellen. [5]

3 Breitbandige Zugangstechnologien

Breitbandigen Zugangstechnologien kommt eine zunehmende Bedeutung zu, denn ihre Verfügbarkeit ist Voraussetzung für die skizzierte Entwicklung. Um diese breitbandige Netzanbindung von Geschäfts- und Privatkunden werden in Zukunft eine Vielzahl möglicher Technologien konkurrieren. Einige befinden sich derzeit noch in der Entwicklungsphase, andere hingegen werden bereits vermarktet. Die folgenden Abschnitte geben eine Übersicht über die aussichtsreichsten Technologien.

3.1 xDSL

xDSL (*Digital Subscriber Line*) ist die Sammelbezeichnung für eine Reihe unterschiedlicher DSL-Varianten - Übertragungstechniken zur Überbrückung der *letzten Meile* zwischen Vermittlungsstelle und Endkunde - die eine wesentlich effektivere Nutzung der Kapazitäten der vorhandenen Kupferdoppeladern ermöglichen als bisherige Techniken.

3.1.1 Technische Entwicklung

Die technische Entwicklung begann in den 80er Jahren mit der rund 144 kbit/s schnellen digitalen Anschlußleitung (*DSL, Digital Subscriber Line*) für ISDN. Mit *SDSL (Single Line Digital Subscriber Line)* und *HDSL (High Data Rate Digital Subscriber Line)* folgte Anfang der 90er Jahre die nächste Entwicklungsstufe. *ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)* ist seit Mitte der 90er Jahre verfügbar. Die Standardisierung von *VDSL (Very High Data Rate Digital Subscriber Line)* und *UDSL (Universal Digital Subscriber Line)* ist noch nicht abgeschlossen. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die xDSL-Familie.

HDSL

Die HDSL-Technologie wurde in erster Linie als kostengünstige Alternative zu den in den frühen 60er Jahren entwickelten T1/E1-Leitungen² konzipiert.

² T1: 1,544 MBit/s, z. B. in den USA, E1 mit 2048 kBit/s, z. B. in Deutschland.

Bedingt durch ein anderes Leitungsprotokoll und eine leistungsstarke Echokompensation kann ein HDSL-System im Gegensatz zu T1/E1 die drei- bis vierfache Leitungslänge ohne Regenerator überbrücken. Geringere Investitions- und Betriebskosten sind die Folge. Ein weiterer Vorteil von HDSL ist die relativ geringe Störung der benachbarten Adern. Da der HDSL-Einsatz im Massengeschäft jedoch einen umfassenden Ausbau des Kabelnetzes voraussetzt, wurden nur wenige HDSL-Strecken in Betrieb genommen. Die HDSL-Technik ist in erster Linie für Netzbetreiber bzw. große Unternehmen interessant, weniger für private Nutzer.

Bezeichnung	ADSL	SDSL	HDSL	VDSL
Bitrate Nutzer zum Netz	16 bis 640 Kbit/s	1,544 Mbit/s bzw. 2,048 Mbit/s	1,544 Mbit/s bzw. 2,048 Mbit/s	1,5 bis 2,3 Mbit/s
Bitrate Netz zum Nutzer	1,5 bis 9 Mbit/s	1,544 Mbit/s bzw. 2,048 Mbit/s	1,544 Mbit/s bzw. 2,048 Mbit/s	13 bis 52 Mbit/s
Überbrückbare Leitungslänge	2,7 bis 5,5 km	2 bis 3 km	3 bis 4 km	0,3 bis 1,5 km
Verfügbar	seit Mitte der 90er Jahre	seit Anfang der 90er Jahre	seit Anfang der 90er Jahre	ab Ende der 90er Jahre
Benutzte Bandbreite	bis ca. 1 MHz	ca. 240 kHz	ca. 240 kHz	bis ca. 30 MHz

Tabelle 2: Die xDSL-Familie im Überblick.

SDSL

Die SDSL-Technologie benötigt im Unterschied zu HDSL nur noch eine Kupferdoppelader für den Datentransfer. Da die Reichweite von SDSL mit 2 bis 3 km aber um 20 Prozent geringer ist als die von HDSL, ist ein großer Teil der Anschlußleitungen nicht zu überbrücken, ein Einsatz im Massengeschäft also nicht möglich.

ADSL

ADSL ist der Nachfolger von HDSL und wurde zu Beginn der 90er Jahre entwickelt; einige Normen stehen allerdings erst seit kurzem fest. Während mittels HDSL und SDSL breitbandige Duplexverbindungen hergestellt werden können, ist ADSL vor allem für asymmetrische Multimediadienste geeignet. Der Weg vom Nutzer ins Netz (upstream) wird mit maximal 768 Kbit/s betrieben, vom Netz zum Nutzer (downstream) sind Datenraten von mehr als 8 Mbit/s möglich. Parallel zu der Datenübertragung kann auf derselben Leitung telefoniert werden. ADSL selbst bietet keinen Sprachdienst, ist also kein Ersatz für einen analogen oder einen ISDN-Anschluß, sondern ein zusätzliches Leistungsangebot.

VDSL

VDSL ermöglicht Übertragungsraten von mehr als 50 Mbit/s. Dies setzt allerdings sehr kurze Verbindungen zwischen Vermittlungsstelle und Teilnehmer von nur wenigen hundert Metern oder eine Glasfaserverbindung bis zum Kabelverzweiger in der Straße voraus.

UDSL

UDSL ist eine Variante von ADSL, die sich derzeit in der Standardisierung befindet. Die Übertragungsrate vom Netz zu Teilnehmer soll 1,5 Mbit/s, die Reichweite 4,5 km betragen.

Die unterschiedlichen Übertragungsraten der einzelnen xDSL-Techniken sind in Tabelle 3 dargestellt.

Dateiart	Modem 28,8 kbit/s	ISDN 128 kbit/s	UDSL 1,5 Mbit/s	ADSL 8 Mbit/s	VDSL 26 Mbit/s
100 Seiten Text, 0,4 Mbyte	120 s	25 s	2 s	< 0,4 s	< 0,1 s
5 Farbbilder, 4,5 Mbyte	22 min	5 min	24 s	4,5 s	1,4 s
30 Min. Audio 7,05 Mbyte	34 min	7,7 min	38 s	7 s	2 s
30 Min. Video 480 Mbyte	38,8 h	8,7 h	42 min	8 min	2,3 min

Tabelle 3: Vergleich der Datenraten.

3.1.2 Trends

Die von der Deutschen Telekom für den Massenmarkt favorisierte xDSL-Technik ADSL wurde in diversen Pilotprojekten erfolgreich erprobt:

- In Nürnberg startete die Deutsche Telekom im Dezember 1996 ihr erstes ADSL-Pilotprojekt, in dem unter anderem interaktive Videodienste angeboten wurden.
- Im November 1997 begann ein Pilotprojekt an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. In Kooperation mit Siemens wurden 96 Studenten mit ihrem PC über ADSL an das Rechnernetz der Universität angebunden. Sie können die Anwendungen im Universitätsnetz zu Hause nutzen und haben einen schnellen Zugang zum Internet.
- Nach Abschluß des am 15. Juni 1998 gestarteten ADSL-Markttöfnungsprojekts in Nordrhein-Westfalen, an dem 450 Privat- und

Geschäftskunden teilnehmen, bietet die Deutsche Telekom nun seit April 1999 ADSL unter dem Namen T-DSL für Geschäftskunden an. Ab Juli 1999 sollen Angebote für Privatkunden folgen. Das Angebot beschränkt sich zunächst nur auf acht Ballungszentren³ und soll bis zum Ende des Jahres in 43 Städten verfügbar sein. Bis zum Jahr 2003 sollen in mehreren Etappen 75 Ortsnetze mit ADSL-Technik ausgerüstet werden, um so bis zu 80 % der Geschäfts- und 50 % der Privatkunden zu erreichen.

Die Anzahl der xDSL-Anschlüsse soll – unterschiedlichen Prognosen zufolge – in den nächsten Jahren weltweit stark ansteigen:

- *Datamonitor* rechnet für das Jahr 2002 mit 5,5 Millionen xDSL-Anschlüssen allein in Europa.
- *Dataquest* prognostiziert einen weltweiten Anstieg der xDSL-Anschlüsse von 510.000 Ende 1998 auf 5,8 Millionen bis zum Ende des Jahres 1999.
- *Communication Industry Researchers* erwartet für das Jahr 2001 weltweit 711.700 xDSL-Anschlüsse, für das Jahr 2006 5,15 Millionen Anschlüsse.
- Laut *Ovum* wird es im Jahr 2003 weltweit 19 Millionen xDSL-Anschlüsse geben.

So unterschiedlich die Prognosen auch sind, die Vorteile von xDSL stehen außer Frage. Mit ADSL und VDSL stehen Techniken bereit, mit denen herkömmliche verdrehte Kupferadernpaare, ursprünglich für reine Fernsprech- und Fernschreibdienste konzipiert, über begrenzte Entfernungen auch für die schnelle Datenkommunikation genutzt werden können. Wie schnell diese neuen Technologien den Markt tatsächlich erobern werden, wird nicht zuletzt auch von der Geschwindigkeit abhängen, mit der *Content Provider* neue breitbandige Inhalte bereitstellen.

3.2 Power Line

Das elektrische Energieverteilnetz bietet die Möglichkeit, eine vorhandene Infrastruktur zu nutzen, um die letzte Meile im Ortsbereich zu überbrücken. Die Übertragung von Daten über Stromleitungen wird als *Power Line Communication (PLC)* bezeichnet.

Die Energieversorger nutzen ihr Stromnetz schon seit vielen Jahrzehnten, um z.B. Informationen über die Belastungen einzelner Umspannwerke über weite Strecken zu übertragen. Auch im Haus funktioniert die Übertragung von Sprache über die vorhandenen Stromleitungen schon seit langem (z.B. Babyphone).

³ Berlin, Bonn, Düsseldorf, Frankfurt am Main, Hamburg, Köln, München und Stuttgart

Das Stromnetz in Zukunft auch für die Datenkommunikation nutzen zu können, schafft den Energieunternehmen eine interessante Perspektive bei der Ausweitung und Diversifizierung ihrer Dienstleistungen.

3.2.1 Ausgangssituation

Bei Energieverteilnetzen werden drei Spannungsebenen unterschieden, die jeweils zur Überbrückung verschiedener Entfernungen dienen (Bild 2):

- die Hochspannungsebene (110 bis 380 kV),
- die Mittelspannungsebene (10 – 30 kV) und
- die Niederspannungsebene (230 bis 400 V).

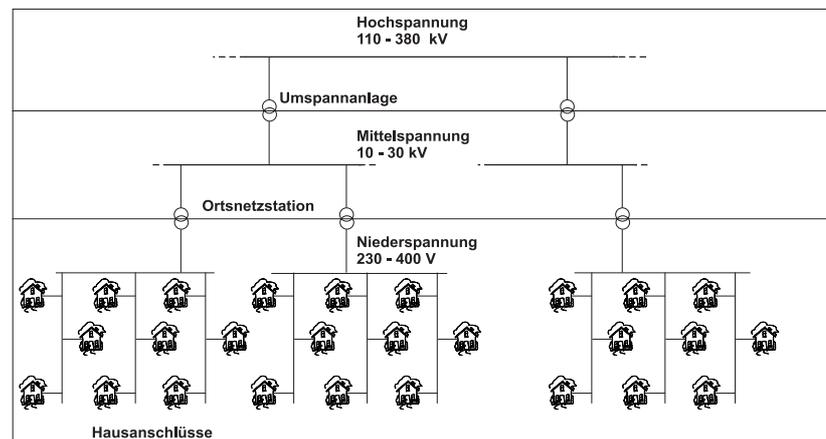


Bild 2: Untergliederung des Energieversorgungsnetzes.

Auf der Niederspannungsebene werden Ortsnetze häufig als Sternnetze betrieben. Mittelpunkt einer Ortsnetzzelle ist die Trafostation, die über mehrere abgehende Kabel einige zehn bis hundert Haushalte versorgt. Aus energiewirtschaftlichen Gründen wird die Länge dieser Kabel auf maximal einige hundert Meter begrenzt – eine Tatsache, die die Nutzung zur schnellen Datenübertragung begünstigt. Allein in Deutschland summieren sich die verlegten Trassen der Energieversorgungsunternehmen auf rund 1,5 Millionen Kilometer, von denen etwa ein Drittel auf die Niederspannungsebene entfallen.

In Europa sind für die Datenübertragung im Stromnetz vier verschiedene Frequenzen zugelassen. Die in der europäischen Norm EN50065 (CELNEC) definierten Frequenzbänder sind in Tabelle 4 dargestellt.

Band	Frequenzbereich	Nutzer
	3 – 9 kHz	Energieversorger
A	9 – 95 kHz	Energieversorger
B	95 – 125 kHz	Kunden
C	125 – 140 kHz	Kunden
D	140 – 148,5 kHz	Kunden

Tabelle 4: Frequenzbereiche gemäß CELNEC.

Für Kommunikationsdienste mit Datenraten von einigen Mbit/s ist allerdings der Frequenzbereich oberhalb von 148,5 kHz bis etwa 20 MHz erforderlich (Bild 3), den sich mehrere Teilnehmer im Wege des Vielfachzugriffs teilen müssen. Hierfür gibt es bisher weder Standards noch hinreichende Erfahrungen zu den hochfrequenten Übertragungseigenschaften und der elektromagnetischen Verträglichkeit. Angesichts der Vielzahl unterschiedlicher Kabel, Verteiler und Hausanschlüsse im Stromverteilnetz ist noch unklar, ob und wenn ja, wie die Probleme mit Reflektionsstellen, Sprüngen des Wellenwiderstands und der Tiefpaßcharakteristik gelöst werden können.

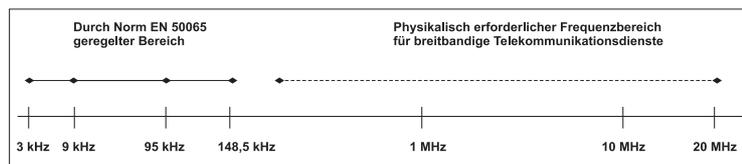


Bild 3: Frequenzbereiche für Power Line Communication.

Die maximal mögliche Datenrate in einem der zugelassenen CELNEC-Bänder wurde bereits untersucht: Bei einer Entfernung von 500 Metern zwischen Sender und Empfänger ergibt sich aus dem Best-Case-Szenario eine Übertragungskapazität von 2 Mbit/s, im Worst-Case-Fall sind es ungefähr 400 kbit/s.

3.2.2 Zukünftige Entwicklungen

Stromnetze haben bei der Nutzung als Nachrichtenübertragungsmedium spezielle Eigenschaften, auf die zukünftige Konzepte für PLC Rücksicht nehmen müssen. Probleme bereiten unter anderem die sich additiv überlagernden Störsignale⁴, die für Übertragungsfehler verantwortlich sind. Welche

⁴ Es werden *Rauschstörer stochastischer Natur*, *schmalbandige Störer* (Fernsehgeräte, Computermonitore, Schaltnetzteile oder Rundfunksender) und *Impulsstörer* (z.B. Dimmer) unterschieden.

Übertragungsverfahren für den Einsatz am besten geeignet sind, ist Gegenstand der aktuellen Forschung.

Das Problem der elektromagnetischen Verträglichkeit im Haus und außer Haus ist ebenfalls noch zu lösen. Mit höheren Frequenzen auf der ungeschirmten Stromleitung steigt das Emissions-Problem und die Gefahr der Störung anderer Sender oder Installationen.

Gelingt es jedoch, schnell eine brauchbare Technologie für die breitbandige stabile Datenübertragung im Stromnetz zu entwickeln, so hat das Telefonnetz in PLC einen großen Konkurrenten.

3.3 TV-Kabelnetze

TV-Kabelnetze überbrücken die *letzte Meile* ebenfalls mit guter Flächendeckung. Über sie können Multimedia-Dienste, Telefonie aber auch der Zugang zum Internet realisiert werden. Technische Details dieser Technologie und der eingesetzten Kabelmodems wurden bereits in [1] ausführlich besprochen.

Private Kabelnetzbetreiber dürfen seit dem 1. Januar diesen Jahres Sprachtelefoniedienste über Kabelnetze anbieten. Der Internet-Anschluß via TV-Kabelnetz wurde im Januar 1995 im Rahmen eines ersten Pilotprojekts an der Universität Ulm realisiert. Heute verfügen in Deutschland eine Vielzahl von Wohnheimen über einen Kabel-Internet-Anschluß. Tabelle 5 gibt einen Überblick über einige Pilotprojekte in diesem Bereich.

Kabelprojekt	Inbetriebnahme	Teilnehmerzahl
Universität Ulm	Januar 1995	1 Wohnheim, ca. 120 Teilnehmer
Universität Dortmund	1.7.1997	1 Wohnheim
FH Gummersbach	1.4.1998	1 Wohnheim, k.A.
Infocity NRW	1.3.1997	mehrere Hundert Haushalte

Tabelle 5: Pilotprojekte für den Internet-Anschluß per TV-Kabelnetz.

3.3.1 Trends

TV-Kabelnetze haben das Potential, der traditionellen Telefonie, aber auch ADSL Konkurrenz zu machen: Wenn Kabelnetze für interaktive Dienste offen sind, kann neben Daten auch Sprache übertragen werden. Da über das Kabel keine Gebührenimpulse übermittelt werden, sind die entstehenden Kosten vom Übertragungsvolumen und nicht von der Verbindungsdauer abhängig.

Einer US-Studie zufolge wird erwartet, daß die Anzahl der Kabelmodemnutzer in den USA bis Ende 1999 auf eine Millionen ansteigt. Das britische Marktforschungsinstitut *Ovum* rechnet bis zum Jahr 2000 mit 4,5 Millionen Nutzern weltweit, bis zum Jahr 2005 sollen es sogar 20 Millionen sein.

3.4 Glasfaser

Nur die optische Datenübertragung in Glasfasernetzen kann die bereits heute notwendigen Bandbreiten in Weitverkehrsnetzen zur Verfügung stellen. Tabelle 6 gibt einen Überblick über verschiedene Glasfasertypen.

	Multimode (LCF⁵)	Multimode (Gradienten)	Monomode
Manteldurchmesser	200 pm ⁶	125 pm	125 pm
Kerndurchmesser	100 pm	50 pm, 62,5 pm	10 pm
Bandbreite	niedrig	Mittel	hoch
Übertragungsrate	bis 100 Mbit/s	bis 155 Mbit/s	≥ 622 Mbit/s
Distanz	500 m	2 km	30 bis 65 km

Tabelle 6: Glasfasertypen.

Da Monomodefaser gegenüber Multimodefaser deutliche Vorteile bezüglich Dämpfung und Fertigung aufweisen und außerdem wesentlich größere Übertragungsraten ermöglichen, sind Multimodefaser heute für technisch anspruchsvolle optische Übertragungssysteme nur noch von untergeordneter Bedeutung.

3.4.1 Entwicklung

- Nach dem Laborstudium wurde die Glasfaser Mitte der 70er Jahre in praktischen Anwendungen erprobt.
- Die Deutsche Bundespost verlegte 1978 für Versuchszwecke in Berlin eine 130 km lange Glasfaserleitung.
- Die Glasfaser bewährte sich in der Nachrichtenübertragung nicht nur als Erdkabel, sondern auch als Unterwasserkabel. Schon 1982 nahm die

⁵ Low Cost Fiber

⁶ 1 Picometer = 10⁻¹² Meter

französische Post in einem ersten Versuch ein zwischen Cagnes-sur-Mer und Juan-les-Pins verlegtes 20 km langes Glasfaserseekabel in Betrieb.

- 1983 startete die Deutsche Bundespost in sieben bundesdeutschen Städten⁷ das Pilotprojekt BIGFON (**B**reitbandiges **I**ntegriertes **G**lasfaser **F**ernmelde**O**rts**N**etz), einen Großversuch zur Erprobung des Einsatzes von Glasfaserkabeln zur optischen Nachrichtenübertragung in einem breitbandigen Kommunikationsnetz, über das gleichzeitig mehrere Fernmeldedienste betrieben, sowie sämtliche Rundfunk- und Fernsehprogramme übertragen werden konnten.
- In Rahmen des Pilotprojekts BIGFERN (**B**reitbandiges **I**ntegriertes **G**lasfaser-**F**ERN**N**etz) begann die Deutsche Bundespost mit dem Bau eines Glasfaser-Fernnetzes mit dem Ziel, alle Fernmeldeämter der Bundesrepublik über Glasfaserstrecken miteinander zu verbinden (Overlay-Netz). Das erste Versuchsnetz wurde 1983 zwischen Hamburg und Hannover in Betrieb genommen.
- Anstelle von Kupferleitungen setzt die Deutsche Telekom seit Anfang der 80er Jahre vor allem im Fernnetzbereich verstärkt Glasfasersysteme ein, seit 1994 werden Glasfasernetze auch im Kundenbereich getestet.
- Mit mehr als 150.000 Kilometer verlegter Glasfaser verfügt die Deutsche Telekom nach eigenen Angaben mittlerweile über das dichteste Glasfasernetz der Welt. Seit 1993 sind die deutschen Wirtschaftszentren mit hochleistungsfähigen Netzen, die bis zu 2,5 Gigabit pro Sekunde übertragen, verbunden. In den neuen Bundesländern verfügen bereits 1,2 Mio. Privathaushalte über einen Telefonanschluß, der über Glasfaser geführt wird.

3.4.2 Trends

Ausbau der Infrastruktur

Der Ausbau der Glasfaserinfrastruktur im innerstädtischen Bereich wurde bisher vor allem durch die hohen Kosten gebremst. Abhängig von der Beschaffenheit der Oberfläche kosten 100 Meter Kabelgraben zwischen 30.000 und 80.000 Mark und die Arbeiten nehmen - inklusive der Verhandlungen mit den Tiefbauämtern über Wegerechte und das Ausheben von Gräben - ca. vier bis sechs Wochen in Anspruch. Ziel der Betreiber ist es daher, die Installation durch den Einsatz alternativer Anschlußtechniken zu beschleunigen und die reinen Verlegungskosten drastisch zu senken.

Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, ist die Überbrückung der *letzten Meile* zum Kunden via Abwasserkanal:

⁷ Berlin, Hannover, Düsseldorf, Hamburg, München, Nürnberg und Stuttgart

- Die *BerliKomm* in Berlin, Tochtergesellschaft der Berliner Wasser-Betriebe (BWB), setzt zu diesem Zweck eine vom japanischen Betonrohr-Hersteller Nippon Hume Corp. entwickelte Technik ein, mit der in den Abwasserkanälen der *Tokyo Metropolitan Sewage Services* bereits 200 km Kabel verlegt wurden.
- In Regensburg wurde das Gymnasium der Regensburger Domspatzen über eine 250 m lange Verbindung durch den Abwasserkanal an das Stadtnetz der *R-Kom* angeschlossen. Beim Aufbau des Zugangnetzes zum noch in konventioneller Erdbauweise verlegten Backbone-Ringes der R-Kom soll die neue Technik in Zukunft verstärkt eingesetzt werden.
- Auch in Hamburg erprobt man den Anschluß der Teilnehmer durch die Abwasserkanäle. Zwei Strecken am Fischmarkt und in Winterhude wurden bereits verlegt, für das kommende Jahr ist die Verlegung von insgesamt 150 Kilometern Glasfaserkabel geplant.

Optimierung der Glasfaserleitungen

Der gegenwärtige Standard für die optische Datenübertragung in Glasfasernetzen beträgt 2,5 Gbit/s. Dies wird allerdings bereits in naher Zukunft (für internationale Verbindungen) nicht mehr ausreichen. Eine Steigerung der Übertragungskapazität einzelner Glasfasern ist mittels WDM (*Wavelength Division Multiplex*) möglich. Diese Technologie kommt seit 1995 zum Einsatz und ermöglicht eine Vervielfachung der Faserkapazität. Kommerziell erhältliche Systeme erreichen Übertragungsraten von bis zu 100 Gbit/s über eine Glasfaser; für die nahe Zukunft sind Produkte angekündigt, die Übertragungsraten von bis zu 400 Gbit/s ermöglichen. In den Forschungslabors wurden bereits sehr viel höhere Raten bis in den Bereich von einigen Tbit/s erzielt.

Auch im Bereich der optischen Vermittlungstechnik wurden in den letzten Jahren große Fortschritte erzielt. Eine Weiterentwicklung optischer Netze hin zu *photonischen Netzen*, bei denen neben optischer Übertragung auch optische Vermittlung eingesetzt wird, verspricht eine weitere Steigerung der Übertragungskapazität bis in den Terabit-Bereich.

Das führende Pilotprojekt in diesem Bereich ist das Projekt *KomNet* - eine Plattform zum Test photonischer Netztechniken und Komponenten. Seit Mitte 1998 wird am Aufbau eines von Berlin über Darmstadt und Mannheim bis nach Stuttgart reichenden Kommunikationsnetzes gearbeitet, das als Plattform zum Test von photonischen Netztechniken, Netzelementen, Protokollen und Teilnehmeranschlüssen für das Breitband-Internet der nächsten Generation dienen soll. Die ersten Feldversuche beginnen in diesem Jahr.

Nicht nur aufgrund der erreichbaren Datenraten steht die Bedeutung der Glasfaser für die Zukunft außer Frage. Auch die außergewöhnliche

Zuverlässigkeit führt zu signifikant geringeren Ausfallzeiten und einem überdurchschnittlichen *Return on Invest.* Ein bedeutender Trend dürfte im Bereich der Protokolle erwartet werden, wenn IP-Pakete direkt (also unter Umgehung der SDH- und ATM-Protokolle) auf WDM aufgesetzt werden. Hier sind weitere Entwicklungen erforderlich.

3.5 Satellitensysteme

Die Mehrheit der Kommunikationssatelliten kreist in erdfernen, geostationären Umlaufbahnen (*Geosynchronous Earth Orbit, GEO*). Wegen der hohen technischen Anforderungen an geostationäre Satelliten ist das Interesse an Satelliten in mittleren (13.000 bis 16.000 km, *Middle Earth Orbit - MEO*) und erdnahen (bis 1600 km, *Low Earth Orbit - LEO*) Umlaufbahnen deutlich gestiegen.

Erdnahe Satelliten kreisen schneller als geostationäre und zum Datenaustausch genügen viel kleinere Sende- und Empfangsstationen, als bei den bis zu 40mal so weit entfernten stationären Satelliten. Da die Satelliten innerhalb von ein bis zwei Stunden von Horizont zu Horizont wandern, muß für einen guten Empfang stets mindestens ein Satellit hinreichend hoch am Himmel stehen, damit Gebäude und Bäume sich nicht störend bemerkbar machen. Je nach Bahnhöhe werden für LEOs 24 bis 66 und für MEOs 8 bis 16 Satelliten zur vollständigen Abdeckung der Erdoberfläche benötigt. Obwohl beim LEO-System-Konzept relativ viele Satelliten benötigt werden, fallen die Startkosten eher niedrig aus, da die kleinen, nur 50 bis 200 Kilogramm schweren Satelliten bei der Herstellung und auch beim Transport ins All weitaus günstiger sind, als geostationäre Satelliten. So kann eine Trägerrakete entweder einen GEO oder gleich mehrere LEOs transportieren.

Mehrere Breitband-Systeme für erdnahe und mittlere Umlaufbahnen sind zur Zeit in der Entwicklung, darunter *Teledesic*, an dem unter anderem Bill Gates und Boing als private Investoren beteiligt sind.

3.5.1 Stationärer Einsatz

Für Dienste, die zunehmend hohe Bandbreiten erfordern, die Festnetze aber an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen lassen, kann die Satellitenkommunikation sowohl für Privat- als auch für Geschäftskunden eine preisgünstige Alternative darstellen.

Ein Satellitensystem kann als Broadcast-Medium eingesetzt werden, um im Rahmen einer Point-to-Multipoint-Übertragung große Datenmengen synchron und in Sekundenschnelle zu den Empfängern zu transportieren. Weil

komplizierte Netzstrukturen entfallen, ist diese Vorgehensweise sehr wirtschaftlich und eignet sich vor allem für Unternehmen mit hohem Filialisierungsgrad, die häufig identische Daten von der Zentrale an ihre Filialen übertragen müssen.

Für kommerzielle und private Anwender kann der Internetzugang via Satellit eine Alternative zu herkömmlichen Zugangstechnologien darstellen. Bei den meisten Systemen - wie etwa *DirecPC* oder *skyDSL* - fließen allerdings nur die Daten *zum* Endanwender via Satellit (*downlink*), für den Rückkanal wird zusätzlich eine herkömmliche Verbindung zum Internet Provider benötigt.

- *Hughes Olivetti Telekom* - ein Joint Venture zwischen *Hughes Network Systems* und *Olivetti Telekom* - bietet in den USA und Europa den High-Speed-Multimediaversteildienst *DirecPC* an, der mittels kleiner Empfangsanlagen (*Very Small Aperture Terminal*, - *VSAT*) den Abruf großer Datenmengen per Satellit ermöglicht.
- Seit Juni 1999 bietet die *Berliner Teles AG* den nach eigenen Angaben weltweit ersten flächendeckenden Breitband-Internetdienst per Satellitenkommunikation an - *skyDSL*.
- Die Dubliner Firma *Armstrong Satellite Data Service* will ab Mitte 1999 einen Internetzugang anbieten, bei dem der Datentransfer in *beiden* Richtungen (up- und downlink) über einen Satelliten läuft. Mit *Web-Sat* entfallen nicht nur zeitabhängige Verbindungsgebühren, sondern auch die Wartezeit beim Einwählen; der Anwender verfügt über eine permanente virtuelle Internet-Verbindung. Das System besteht aus zwei ISA-Steckkarten und einer Sende- und Empfangsantenne.
- Für das LEO-Satellitensystem *Teledesic* sollen bis zum Jahr 2002 288 Satelliten in eine erdnahe Umlaufbahn geschossen werden. Das breitbandige *Internet-in-the-Sky* soll Übertragungsraten von 64 Mbit/s für den uplink und bis zu 2 Mbit/s als downlink weltweit an jedem beliebigen Ort zur Verfügung stellen. Während die Systemkosten bei rund 10 Milliarden US-Dollar liegen, sollen die Kosten für die Dienste nur wenige Cents pro Minute betragen.

Die Satellitenkommunikation weist gegenüber terrestrischen Netzen entscheidende Vorteile auf: Die Signale der Satelliten erreichen große Teile der Erdoberfläche und benötigen keine flächendeckende Infrastruktur. Insbesondere in Gegenden mit geringer Besiedelung und geringem Verkehrsaufkommen - wie beispielsweise in Entwicklungsländern - stellt die Satellitenkommunikation eine kostengünstige Alternative für eine schnelle Bereitstellung und lückenlose Versorgung mit Telekommunikationsdiensten dar. Satelliten-Systeme treten demzufolge immer dann in Konkurrenz zu terrestrischen Übertragungssystemen, wenn leitergebundene und terrestrische Funknetze nicht vorhanden sind, nicht hinreichend genug ausgebaut sind, nicht über die notwendigen Übertragungskapazitäten verfügen oder der erwünschten Mobilität der Teilnehmer nicht Rechnung tragen können.

Experten gehen davon aus, daß die Satellitenkommunikation in den kommenden Jahren deutlich zunehmen wird - der Anteil der satellitengestützten Übertragungssysteme am gesamten Telekommunikationsmarkt soll innerhalb der nächsten 10 bis 15 Jahre von derzeit vier auf zehn Prozent ansteigen.

3.6 Wireless Local Loop (WLL)

Eine weitere Möglichkeit, die *letzte Meile* zum Kunden zu überbrücken, ist der Einsatz drahtloser Teilnehmeranschlußleitungen hoher Kapazität wie beispielsweise Punkt-zu-Mehrpunkt-Richtfunkverbindungen. Diese Systeme – auch als *Wireless Local Loop (WLL)* bezeichnet - ermöglichen es den Netzbetreibern, Sprach- und Datendienste für eine große Zahl von Teilnehmern schnell bereitzustellen.

Bestandteile moderner Punkt-zu-Mehrpunkt-Richtfunksysteme sind die drahtlose Basisstation (*WWBS – Wireless Wideband Base Station*) und mehrere verteilt angeordnete Teilnehmer-Endgerätestationen (*WWTS – Wireless Wideband Terminal Station*). Zur Versorgung der einzelnen Zellen sind die Basisstationen mit Sektor- oder Rundstrahlantennen ausgestattet, die Teilnehmerstationen arbeiten mit kleinen Parabolantennen. Von der WWBS werden Fernsprech-, Daten- und Videodienste - Sichtverbindungen vorausgesetzt - über eine von der Systemfrequenz abhängige Entfernung von vier bis fünf Kilometern zum Teilnehmer übertragen.

3.6.1 Trends

In Deutschland wurde das Ausschreibungsverfahren zur Vergabe von Frequenzen im Bereich 3.410 MHz bis 3.580 MHz und im 26-GHz-Bereich für die Funkanbindung von Teilnehmeranschlüssen als Punkt-zu-Mehrpunkt-Richtfunk (WLL-PMP-Rifu) von der *Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post* inzwischen eröffnet. Die Ausschreibungsfrist ist Ende Mai abgelaufen, die ersten Frequenzen sollen voraussichtlich Anfang Oktober zugewiesen werden.

Drahtlose Systeme eignen sich für den Einsatz in dicht, mittel aber auch schwach besiedelten Regionen. Ihr Vorteil ist die einfache Installation, schnelle Verfügbarkeit, schrittweiser Ausbau nach Bedarf sowie ein von der Kundenzahl abhängiges Investitionsvolumen. Vor allem für neue Netzbetreiber stellen sie eine kostengünstige Alternative zur Versorgung der Teilnehmer dar.

4 Sicherheit

Da bei der Entstehung des Internet Ausfall- und Betriebssicherheit, nicht jedoch die sichere und geheime Datenübertragung im Vordergrund standen, erfordern neue Anwendungen – vor allem im Bereich des *Electronic Commerce* - auch neue Sicherheitskonzepte und sichere elektronische Zahlungsverfahren.

Obwohl die Übermittlung von Nachrichten über das Internet ungefähr so sicher ist, wie der Versand von Postkarten, wird es von immer mehr Geschäfts- und Privatkunden genutzt. Demzufolge steigt auch die Zahl der Betrugsfälle:

- Im Mai diesen Jahres veröffentlichte die NASAA (*North American Securities Administrators Association*) eine Liste der zehn häufigsten Formen von Wirtschaftsbetrug in den USA. Danach nimmt Betrug im Internet inzwischen Position eins ein.
- Laut einer Untersuchung der NCL (*National Consumer League*) wurden mehr als sechs Millionen Internetnutzer in den USA bereits Opfer von Kreditkartenbetrügern.

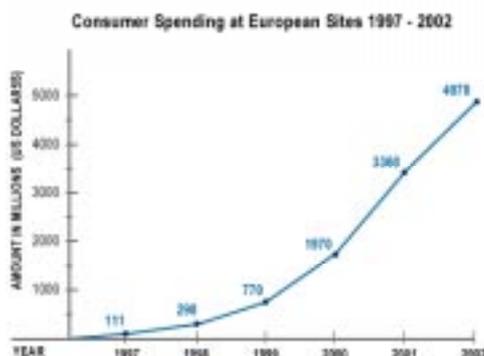


Bild 4: Auf europäischen Sites getätigte bzw. prognostizierte Ausgaben. [6]

Es wird allgemein prognostiziert, daß der elektronische Handel einer der Schlüsselfaktoren für die Entwicklung der globalen Informationsgesellschaft wird. Abbildung 4 zeigt das Umsatzwachstum europäischer Sites für 1997 bis 2002. Um die wirtschaftlichen Chancen nutzen zu können, die die Verlagerung von Geschäftsprozessen in das Internet bietet, muß die elektronische Kommunikation über offene Netze sicherer gemacht werden.

4.1 Digitale Signaturen

Kryptographische Verfahren sind als wesentliches Instrument für Sicherheit und Vertrauen in elektronischer Kommunikation inzwischen allgemein anerkannt. Zwei wichtige Anwendungen sind digitale Signaturen und Verschlüsselung. Mit Hilfe digitaler Signaturen kann die Herkunft von Daten nachgewiesen und geprüft werden, ob Daten verändert wurden. Verschlüsselung von Daten ermöglicht die sichere und vertrauliche Kommunikation.

Die Verwendung digitaler Signaturen als Ersatz für die eigenhändige Unterschrift ermöglicht die effiziente Verarbeitung einer Vielzahl neuer Transaktionen in den Bereichen Electronic Commerce, Homebanking oder auch bei der Verwendung von Electronic Mails zur Abwicklung rechtsrelevanter Vorgänge. Kryptologische Verfahren, die es ermöglichen, für elektronische Dokumente verschiedene Eigenschaften und Funktionen der eigenhändigen Unterschrift nachzubilden, sind seit Jahren bekannt.

Voraussetzung für den Einsatz digitaler Signaturen ist der Aufbau neuer Infrastrukturen, die unter dem Sammelbegriff *Public-Key-Infrastructures (PKIs)* zusammengefaßt werden. Die rechtliche Absicherung digitaler Signaturen ist ebenfalls von großer Bedeutung. Das Ziel einer völligen Gleichstellung von digitaler und eigenhändiger Unterschrift vor dem Gesetz führte zur Formulierung des Gesetzes zur digitalen Signatur als Teil des *umfassenden Informations- und Kommunikationsdienste-Gesetzes (IuKDG)*.

4.2 Elektronische Zahlungssysteme

Das Internet ermöglicht den weltweiten elektronischen Handel mit Waren und Dienstleistungen, die elektronisch bestellt, geliefert und bezahlt werden können (*Electronic Commerce*). Software, Informationen, Musik und Videos sind bereits heute über das Internet erhältlich. Voraussetzung für den Erfolg dieses neuen Geschäftsbereichs ist u.a. der Einsatz geeigneter elektronischer Zahlungssysteme. Bild 5 zeigt eine Übersicht über derzeit verfügbare elektronische Zahlungssysteme.

Bei der Bezahlung mittels Kreditkarte übergibt der Käufer dem Verkäufer seine Kreditkartennummer, die der Verkäufer anschließend zwecks Überprüfung an eine zentrale Stelle weiterleitet. Diese zentrale Stelle kann die Überprüfung entweder selbst durchführen oder aber die Daten an die Kreditkartengesellschaft des Kunden weiterleiten. Ist das Ergebnis der Überprüfung positiv, reicht der Verkäufer die Kreditkartenzahlungsanweisung an seine Bank weiter, die ihrerseits den ausstehenden Betrag einfordert. Im Falle eines Online-Kaufs ändert sich lediglich das Medium über welches der Kunde seine

Transaktionsinformationen an den Händler übermittelt, alle weiteren Transaktionsschritte werden auf herkömmlichem Wege abgewickelt.

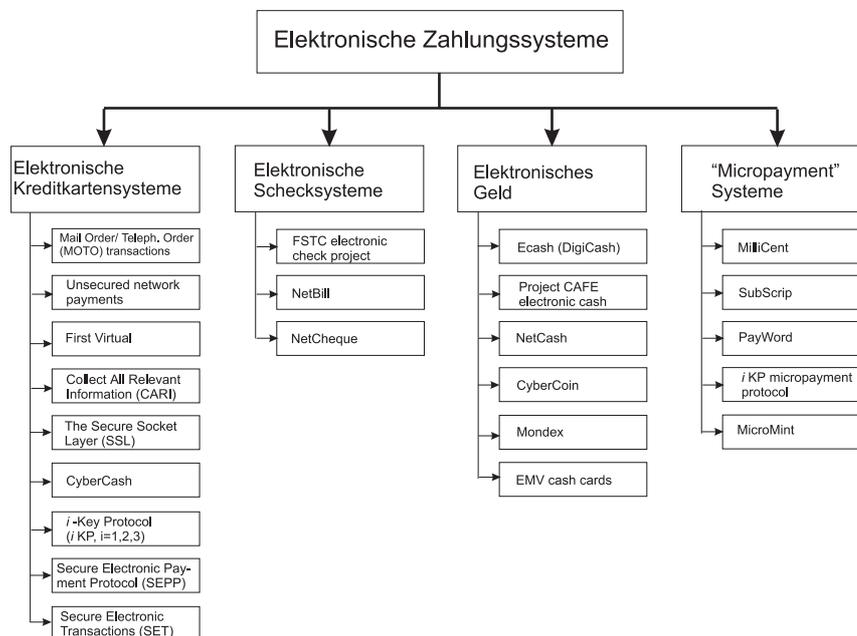


Bild 5: Gruppierung elektronischer Zahlungssysteme. [7]

Bei elektronischen Schecksystemen schickt der Kunde einen Scheck an den Verkäufer, den dieser an seine Bank weiterleitet. Bei Verwendung elektronischer Systeme kann der Verkäufer den Scheck vor Annahme online auf Deckung überprüfen. Eine solche Online-Überprüfung ist allerdings mit einer Verzögerung des Zahlungsvorgangs und höheren Kosten verbunden.

Systeme zur Bezahlung mit elektronischem Geld – dem Pendant des realen Geldes – können als Software- oder als Hardwarelösung realisiert werden. Im Falle von *Ecash* benötigen Händler und Kunde sowohl spezielle *Ecash*-Software als auch ein Konto bei derselben Bank. Die Kundensoftware (*Ecash Purse*) steuert die Kommunikation zwischen den am Zahlungsvorgang beteiligten Parteien und verwaltet die elektronischen Münzen. Möchte der Kunde in einem Online-Shop einkaufen, werden die elektronischen Münzen von der *Purse* an den Händler übermittelt.

Elektronische Zahlungen im Bereich von Pfennigbruchteilen bis ca. 3 DM zur Bezahlung einzelner Internetseiten, Java Applets, Grafiken, Datenbankabfragen etc. werden in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Aufgrund der zum Teil sehr hohen Fixkosten kann nicht jedes Zahlungssystem derart kleine Beträge wirtschaftlich abrechnen. Neu entwickelte Micropaymentsysteme verzichten zugunsten niedriger Transaktionskosten auf starke kryptographische Funktionen und intensiven Kommunikationsaufwand.

4.3 Anonymität

Da Datenpakete im Internet mit Absender- und Empfängeradresse versehen von Rechner zu Rechner bis an ihr Ziel geleitet werden und auch Anwendungen viele Informationen über ihre Nutzer preisgeben, können mit geringem technischem Aufwand persönliche Daten jedes einzelnen gesammelt und Benutzerprofile erstellt werden.

Obwohl das Internet nicht auf Anonymität ausgelegt ist, ist anonyme Kommunikation dennoch möglich. Man unterscheidet drei Arten von Anonymität: Anonymität des *Senders*, Anonymität des *Empfängers* und Anonymität der *Kommunikationsbeziehung*.

Verfahren zur anonymen Nutzung von Diensten wie z.B. der Zugriff auf Webserver, email oder news werden inzwischen im Internet angeboten. Eine Möglichkeit, einem Server gegenüber anonym zu bleiben, bietet z.B. *www.anonymizer.com*. Dieser Dienst ermöglicht den Nutzern den anonymen Abruf von WWW-Seiten (*Client-Anonymität*). Bestimmte Situationen, z.B. die anonyme Einreichung von Dokumenten, erfordern ein anderes Anonymitätskonzept – die *Server-Anonymität*. Ein Beispiel für einen solchen Dienst ist das am *Forschungsinstitut für Telekommunikation* entwickelte JANUS-System (*www.rewebber.de*).

Die Realisierung von Anonymität im Internet ist heutzutage möglich, bis einfach zu bedienende starke Anonymisierungstechniken weiträumig verfügbar sind, ist es allerdings noch ein weiter Weg.

5 Literatur

- [1] F. Kaderali, S. Schaup, M. Schneider: *Ökonomische Potentiale von Multimedia – Technische Dimension*, Forschungsverbund Multimedia und Gesellschaft, 1998
- [2] F. Kaderali, S. Schaup: *Übertragungsverfahren und Netzinfrastrukturen für Multimedia-Anwendungen*, Forschungsverbund Multimedia und Gesellschaft, 1998
- [3] F. Kaderali, S. Schaup: *Digitale Mobilfunksysteme*, Forschungsverbund Multimedia und Gesellschaft, 1998
- [4] Nua Internet Surveys: *Primary Use of the Internet*, Nua Ltd., http://www.nua.ie/surveys/analysis/graphs_charts/1998graphs/primaryuses.html, 1998

- [5] Booz, Allen & Hamilton: Durchbruch Multimedia – Deutschland im internationalen Vergleich, Bonn 1996
- [6] Nua Internet Surveys: *Consumer Spending at European Sites*, Nua Ltd., http://www.nua.ie/surveys/analysis/graphs_charts/comparisons/consumer_spending_europe.html , 1998
- [7] B. Cubaleska, A. Rieke, and W. Poguntke: *ACTS Project SPECIAL (Service Provisioning Environment for Consumer Oriented Applications)*, AC091, Deliverable 12, Dezember 1998
- [8] D. O'Mahony, M. Peirce, H. Tewari: *Electronic Payment Systems*, Artech House, 1997
- [9] H. Hultsch (Hrsg.): *Optische Telekommunikationssysteme – Physik, Komponenten und Systeme*, Damm-Verlag KG, 1996