

# Datenrennen auf den Telefonanschlußleitungen

Das Kupferkabel ist noch nicht am Ende seiner Möglichkeiten / Höhere Übertragungsraten durch Verdichtung

Es gibt Dinge zwischen der Ortsvermittlungsstelle der Telekom und unserem häuslichen Telefon, von denen sich kein Nachrichtentechniker je etwas hat träumen lassen. Auf den zwei 0,4 Millimeter dicken, verdrehten Kupferdrähten vom Amt zum Teilnehmer – im Einzelfall durchschnittlich nur ein paar hundert Meter Draht, aber insgesamt über eine Million Kilometer Doppelstricken in dicken Kabelsträngen durch ganz Deutschland –, auf diesen sogenannten Fernsprechnauptanschlußleitungen spielt sich zur Zeit ein heimliches Rennen der Bits um Datenübertragungsgeschwindigkeit ab. Weil jedes Netz nur so stark ist wie das schwächste Glied und unsere vergrabenen Investitionen in Kupferadern nun einmal der billigste Weg zu Quellen und Verbrauchern von Daten sind, seien das Gespräche, Textübertragungen, Telekonferenzen, Multimedia-Mixturen oder fernbestelltes Fernsehen, ist die Nachrichtenverbindung zwischen öffentlichem Netz und privatem Endgerät volkswirtschaftlich so wichtig wie früher die Energieversorgung eines Haushalts mit Gas oder Strom.

Telefonverbindungen sind im Gegensatz zum Fernsehkabel sternförmige Punkt-zu-Punkt-Verbindungen und haben den Vorteil, daß jeder Teilnehmer persönlich adressiert werden kann. Allerdings waren Telefondrähte nur für Tonfrequenzübertragungen bis 3400 Hertz gedacht und werden jetzt bei Digitalbetrieb bis zu 500 Kilohertz ausgenutzt. Die wesentlich breiterbandigeren Fernseh-Koaxialkabel führen unterschiedslos zu einer großen Zahl von Verbrauchern, arbeiten nur in einer Richtung und sind außerdem nicht überall verfügbar. Glasfaseranschlüsse, die Deutschland mehr als jedes andere Land verlegt, führen auch nur zu gemeinsamen Verteilern und nicht in jede Wohnung. Im Licht der neuen Übertragungsmöglichkeiten auf den alten Kupferdrähten wären Glasfasern als Einzelanschlüsse auch überflüssig, obwohl sich die Telekom rühmt, 1994 für 1,2 Milliarden Mark eine halbe Million Wohnungen damit zu versehen.

Wie steht nun das Datenrennen auf den Telefonanschlußleitungen? Die vom ISDN bürgerlich bekannten 64 Kilobit in der Sekunde (kbps) – insgesamt genau genommen 160 kbps – oder mühsam erreichte rund 30 kbps von „very fast“ Analogmodems sind weit abgeschlagen. Sie nutzen den Draht bloß zu einem Hundertstel: Die AT&T-Ingenieure Jean-Jacques Werner und Rich Gitlin haben errechnet, daß mit modernen Modulationsverfahren einschließlich Trellis-Kodierung gegen Störungen, einer adaptiven Echounterdrückung und einer Störungen weiter korrigierenden Technik des adaptiven Pegelausgleichs (adaptive equalization) theoretisch bis zu 3000 kbps je Richtung auf die Anschlußleitung gebracht werden können, insgesamt also 6 Millionen Bit in der Sekunde, 6 Mbps. Gezeigt haben sie 1,5 Mbps, und übertragen wurde hochverdichtetes Fernsehen, „compressed video“,

das in einer Qualität wie etwa von einem Videorekorder beim Kunden ankam.

In Deutschland weiß man, daß farbige Bewegtbild-Übertragungen bei guter Qualität mit 1,92 Mbps möglich sind (H12-Kanal); für eine gute digitale Fernseh-Übertragung in Pal-Qualität sind nur noch 10 Mbps nötig, und sogar hochauflösendes Fernsehen (HDTV), das ursprünglich 1000 Mbps (1 Gbps) brauchte, wird sich gewiß bald auch mit 40 Mbps begnügen, wenn es denn einmal kommt. Digitalisierte Sprache ist übrigens vernachlässigbar bescheiden und läßt sich statt mit 64 kbps à la ISDN bereits mit 7½ kbps in Echtzeit versenden, der GSM „half rate“. Die in Amerika eingesetzte Technik nennt sich asymmetrischer digitaler Teilnehmeran-

ANZEIGE



schluß, ADSL oder Asymmetrical Digital Subscriber Line. Hierüber kann ein 1,544-Mbps-Signal zuzüglich eines langsamen, paketvermittelnden 16-kbps-Steuerkanals gesendet werden (D-Kanal im ISDN). Der Spurt ging allerdings nur in eine Richtung, simplex oder halbduplex genannt, was für viele Anwendungen durchaus richtig ist (so ist Fax Seite für Seite halbduplex) und außerdem Echosperrern spart.

Europa ist ähnlich weit fortgeschritten. So meinen Hans-Werner Welhausen und Stephan Heuser aus dem Darmstädter Forschungszentrum der Telekom, dem vormaligen Fernmeldetechnischen Zentralamt, daß sogar mit europäüblichen 2048 kbps „weit über 80 Prozent der Teilnehmer ohne Zwischengenerator über beliebige Leiterpaare von Ortsanschlußkabeln zu erreichen“ sind: Nicht allein die Geschwindigkeit, sondern die Entfernung zum Ziel ohne Zwischenverstärkung ist nämlich das Problem – wie bei jedem Wettlauf. Während 1992 die Amerikaner 1,544 Megabit in der Sekunde als Standard-T1-Geschwindigkeit (auch DS1 genannt) in einem Switched Multi-Megabit Data Service (SMDS) eingeführt haben, setzen die Europäer auf 2,048 Mbps. Darüber lassen sich dann 32 hiesige ISDN-Kanäle zu 64 kbps (DS0) übertragen. Die Telekom berichtet von über zweitausend

solchen Systemen: allgemein eingeführt ist dieser Dienst bei uns allerdings noch nicht, obwohl dazu, wie bewiesen, kein großer Aufwand nötig wäre. Große Worte wie Datenautobahnen stehen uns hier wohl noch bevor.

Wie wird man diese Geschwindigkeiten in Zukunft nutzen? Datentechnisch besteht dann jeder Anruf aus der Zielnummer und zusätzlich aus der gewünschten Bandbreite in Vielfachen von 64 kbps, so daß ein PC je nach momentanem Datenaufkommen mehr oder weniger Leitung wird nutzen (und zahlen) können. Mit dem Empfänger wird dann die höchste Datenrate ausgehandelt wie bei Fax und eventuell Bandbreite wieder freigegeben. Außerdem gibt es paketweise Datendienste, Asynchronous Transfer Mode oder ATM, die einen das Netz zugunsten anderer wiederum nur dann nutzen lassen, wenn wirklich Informationen zu übertragen sind. Wichtig sind die möglichen Laufzeiten und der Gegenverkehr: Was bei abgerufenem, stets unidirektionalem Fernsehen unkritisch ist, kann im Sprachdialog irritieren, wenn nämlich eine Antwort erst mit einer halben Sekunde Verzögerung ankommt wie früher bei Amerika-Satelliten-telefonaten oder neuerdings bei Gesprächen nach Spanien. Leider müssen aber alle Datenverdichtungs-Algorithmen immer größere Datenblöcke auflaufen lassen, und das bedeutet hier Zeitverzögerung. Ob verlustlos verdichtende Codes gewählt werden wie bei digitaler Datenübertragung oder ob gewisse unwiederbringliche Übertragungsverluste auftreten dürfen, etwa beim Fernsehen oder bei Sprache, macht auch einen Unterschied.

Wo mag das Datenrennen enden? Auf speziellen Datenleitungen gibt es schon auf dem ganzen amerikanischen Kontinent 155 Mbps, Europa „pilotversucht“ noch 34 Mbps. Erste Tests dieser Datenautobahnen, konkret des ATM-Dienstes, bei der Verknüpfung von lokalen Netzen (LANs) zu Weitverkehrsnetzen (WANs) haben ernüchternde Protokollprobleme aufgezeigt: Ein Datentransfer mit dem populären TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) nutzte mit schwachen 8,5 Mbps höchstens neun Prozent der möglichen Geschwindigkeit von 135,6 Mbps (wegen der Rahmenstruktur), weil die Sendung von jeweils 51 gesandten Kilobit hin und die Bestätigung zurück über 1700 Meilen zwischen Albuquerque, Neumexiko, und Portland, Oregon, 34 ms auf sich warten ließ. Die Daten selbst waren in 3 ms in der Leitung verschwunden – doch was nutzt das, wenn Glasfasern auf 100 Meilen (160 Kilometer) das Signal um etwa 1 ms verzögern und damit nur knapp Ethernet-Geschwindigkeiten (10 Mbps) darauf erreicht werden? Also müssen größere Datenpuffer her, so rund 3 Megabyte für Interkontinentalverkehr. Selbst bei allerschnellster Übertragungstechnik wird es noch eine Zeitlang dauern, bis wir uns ihrer wahren Leistungen erfreuen – mindestens 34 Millisekunden. FRITZ JÖRN