Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 77 (1986)

Heft: 21

Artikel: ISDN : Chance und Herausforderung für Netzbetreiber, Industrie und Kunden

Autor: Irmer, T.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904286

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ISDN – Chance und Herausforderung für Netzbetreiber, Industrie und Kunden

Th. Irmer

Der Autor beschreibt in leichtverständlicher Weise die Gründe, die zur Schaffung von dienstintegrierten digitalen Netzwerken (ISDN) führen sowie deren wichtigste technische Merkmale und die Konsequenzen, die sich aus ihrer Einführung für Anbieter und Kunden ergeben. Einige Gedanken zum Breitband-ISDN beschliessen den Beitrag.

L'auteur décrit d'une façon aisément compréhensible les raisons qui motivent la création de réseaux numériques à intégration des services, ainsi que leurs caractéristiques les plus importantes et les conséquences de leur introduction pour ceux qui les offrent et les clients. Il termine par quelques considérations sur ces réseaux à large bande.

Festvortrag der Generalversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins am 6. September 1986 in Montreux.

Adresse des Autors
Dipl. Ing. *Th. Irmer*, Direktor des CCITT, 1202 Genève.

ISDN steht für *I*ntegrated *S*ervices *D*igital *N*etwork; gemeint ist damit ein digitales Fernmeldenetz, in dem eine zunächst unbestimmte Anzahl von Fernmeldediensten (oder auch Leistungsmerkmalen) gemeinsam (integriert) dem Kunden angeboten werden. Etwas genauer betrachtet, muss man eigentlich von zwei ISDNs sprechen. Ein erstes entwickelt sich aus dem digitalen Telefonnetz und kann daher (wegen der Fernsprechbitrate von 64 kbit/s) alle Dienste bis zu 64 kbit/s integrieren (z.B. Telex, Teletex, Faksimile, Videotex). Ein solches ISDN nennen die Experten daher «64-kbit/s-ISDN» oder «Schmalband»-ISDN oder ganz einfach ISDN. Ein solches ISDN leistet zwar viel, kann aber keine breitbandigen Fernmeldedienste anbieten wie z.B. Bildtelefon, Videokonferenzen, Kabelfernsehen (Bewegtbildkommunikation), weil diese Übertragungskanäle von einigen bis zu Hunderten von Megabits benötigen werden. Man nimmt deshalb heute an, dass sich ein zweites ISDN (Breitband-ISDN) aus dem Schmalband-ISDN heraus entwickeln wird. Im folgenden wird auch hierzu einiges zu sagen sein, wobei dann immer vom Breitband-ISDN gesprochen wird, um Verwechslungen mit dem 64-kbit/s-ISDN zu vermeiden.

Ziel dieses Beitrages ist, das ISDN mit seinen Chancen und Herausforderungen vorzustellen. Zu diesem Zweck soll zunächst einmal untersucht werden, wie es zum Konzept des ISDN gekommen ist und welche Überlegungen hierbei eine massgebliche Rolle gespielt haben.

1. Technologischer Fortschritt – Voraussetzung für das ISDN

Man hat sich inzwischen daran gewöhnt, beinahe jeden Tag mit neuen Entwicklungen der Technologie beschert zu werden (ohne immer gleich den Pferdefuss zu bemerken, den manch sogenannter Fortschritt leider auch hat). Auf keinem anderen Sektor verläuft aber die Entwicklung so stürmisch und so augenfällig wie auf dem Gebiet der Elektronik. Es ist nicht allein die Geschwindigkeit der Technologieentwicklung, die atemberaubend ist; was beinahe noch mehr beeindruckt, sind die immer grösser werdenden quantitativen Veränderungen, die damit einhergehen und die die alte Spruchweisheit, nach der die Natur bekanntlich keine Sprünge macht, in zweifelhaftem Licht erscheinen lassen.

Das erste Seekabel zwischen Europa und Nordamerika (TAT 1) hatte 1956 eine Übertragungskapazität von 48 Telefonkanälen. In den nachfolgenden Jahren stieg (vor allem durch die Einführung der Teilnehmer-Selbstwahl) der transatlantische Fernsprechverkehr stark an. Entsprechend wurden zusätzliche Kabel notwendig; man bemühte sich, durch ständige technologische Verbesserungen die Kapazität dieser sehr teuren Kabel so hoch wie möglich zu treiben; einen gewissen Abschluss markiert das 1976 gebaute Seekabel (TAT 7), das immerhin schon 4200 Telefonkanäle anbieten konnte.

1988 wird das nächste Seekabel (TAT 8) auf der Nordatlantikroute in Betrieb gehen und wird mit einem Schlag eine zehnfache Übertragungskapazität zur Verfügung stellen, nämlich 40 000 Telefonkanäle. Wie ist dieser Sprung zu erklären? Ganz einfach: Die Seekabel TAT 1 bis TAT 7 verwendeten Koaxialkabel mit analoger Übertragungstechnik; TAT 8 verwendet als Übertragungsmedium Glasfasern und eine digitale Übertragungstechnik, wobei letztere gleichzeitig die Verwendung spezieller Methoden zur Erhöhung der Übertragungskapazität erlaubt (Reduktion der Bitrate pro Kanal auf 32 kbit/s und damit Verdoppelung der Kapazität durch adaptive Pulscode-Modulation sowie Ausnutzung der Gesprächspausen durch Ka-

nalzuordnung). Aber gerade erst vor wenigen Tagen wurden Pläne bekannt, wonach bereits 1991 – also nur 3 Jahre nach Inbetriebnahme von TAT 8 – das nächste, noch modernere Seekabel (TAT 9) den Betrieb aufnehmen soll, und dieses wird mindestens 80 000 Telefonkanäle aufnehmen, bei gleichzeitig weniger Unterwasserverstärkern. An diesem Beispiel wird deutlich, wie dramatisch die Technologieentwicklung sich auswirkt.

Nun kann man sich sicher für solche Zahlen begeistern – doch Technologiefortschritt *allein* sollte nie Selbstzweck sein; viel wichtiger ist für Anwender und Benutzer, zu welchen Kosten oder, noch besser, zu welchem Kosten-Nutzungs-Verhältnis der technologische Fortschritt zu haben ist; im vorliegenden Fall sieht die Rechnung so aus: Beim TAT 1 betrugen die Errichtungskosten pro Stromkreis und Jahr (bezogen auf die erwartete Lebensdauer) etwa 43 000 US-Dollar, beim TAT 7 1700 Dollar, beim TAT 8 400 Dollar, und beim TAT 9 müssten die Kosten nochmals drastisch sinken, und all dies bei ständig steigender Zuverlässigkeit und Übertragungsqualität. Diese Entwicklung ist natürlich nicht auf Seekabel beschränkt; sie gilt für alle Bereiche der Nachrichtentechnik.

Das Prinzip der digitalen Übermittlung von analogen Signalen wie Sprache und Musik ist schon seit 1938 bekannt, aber erst in unseren Tagen erlaubt die moderne Halbleitertechnologie, dieses Prinzip wirtschaftlich sinnvoll zu nutzen. Dies ist der Grund, warum praktisch in allen Ländern die Umrüstung der vorhandenen analogen Fernsprechnetze in digitale Netze begonnen hat. Ausser Kostenvorteilen – man rechnet z. B., dass die Kosten einer digitalen Fernvermittlungszentrale nur etwa 50 bis 30% derjenigen einer gleich grossen, analogen Zentrale betragen – gibt es eine Menge technischer, qualitativer und betrieblicher Vorteile, die ein digitales Fernsprechnetz bietet. Was aber ganz besonders interessiert ist, dass ein digitales Fernsprechnetz denkbar günstige Voraussetzungen bietet, um es auch für andere Fernmeldedienste nutzen zu können. Durch einige technische Zusatzeinrichtungen, die im Interesse der Kostenminimierung nur an wenigen Stellen und so gezielt wie möglich vorzunehmen sind, wird es zum ISDN. Das ISDN ist also kein völlig neues Fernmeldenetz – es evolviert aus dem digitalen Fernsprechnetz und soweit wie möglich aus dessen Infrastruktur.

2. Integration von Fernmeldediensten – warum?

Die heutigen Fernmeldenetze sind dienstspezifische Netze, d. h. sie sind jeweils auf die Erfordernisse *eines* Fernmeldedienstes ausgerichtet. Der Grund hierfür liegt in der *historischen* Entwicklung. Die Telegraphie als ältester Dienst schuf sich ein Netz, das auf ihre technischen und die teilnehmerorientierten Bedürfnisse zugeschnitten war. Als sich das Fernsprechen zu entwickeln begann, konnte es das Telegraphienetz wegen anderer technischer und kundenorientierter Anforderungen nicht verwenden; es schuf sich deshalb ein eigenes Fernsprechnetz. Ähnliches geschah, als die Datendienste aufkamen; auch sie verlangten aufgrund ihrer Eigenschaften, die von den vorhandenen Netzen nicht oder nur unvollständig erfüllt wurden, eigene Netze (leitungs- und paketvermittelte Datennetze). So kommt es, dass heute praktisch jede Fernmeldeverwaltung nebeneinander mehrere dienstspezifische Fernmeldenetze zu betreiben hat.

All diese dienstspezifischen Fernmeldenetze erfüllen mehr oder weniger gut die Forderungen des Dienstes, für den sie entwickelt und gebaut wurden und der sich jeweils an den Wünschen eines speziellen Kundenkreises orientiert. Aus der Spezialisierung folgt aber automatisch auch eine Reihe von Nachteilen für alle Netze – mit Ausnahme des Fernsprechnetzes:

- Solche Netze sind nämlich speziell auf die Kommunikationsbedürfnisse bestimmter, potentieller Kundenkreise ausgerichtet, sind wenig flexibel und können neue Anforderungen nicht oder nur mit Verzögerungen erfüllen.
- Sie sind relativ «dünn» (weitmaschig), da nur bestimmte Kundenkreise als Teilnehmer in Frage kommen; trotzdem muss das Netz flächendeckend sein, um jeden Teilnehmer anschliessen zu können; hohe Errichtungs- und Betriebskosten sind die Folge.
- Sie sind ebenfalls wegen des geringen Ausbaugrades kritisch in der Planung und wegen der hohen speziellen Anforderungen an Technik und Wartungspersonal häufig von weitaus geringerer Betriebsgüte als etwa das Fernsprechnetz. Eine kürzlich veröffentlichte Untersuchung einer europäischen Benutzergruppe behauptet gar, dass in drei untersuchten europäischen Ländern die Verlustquote (d. h. nicht zustande gekommene Verbindungen) in deren paketvermittelten Datennetzen (je nach Land) zwischen 49% und 30% liegt – Zahlen, die (falls sie zutreffen) jeden Fernsprechtechniker erschauern lassen[1], denn dort gelten ganz andere, um Grössenordnungen geringere Werte.
- Sie sind auch für die Industrie keine reine Freude, da sie mangels internationaler Standards (jedenfalls noch bis vor kurzer Zeit) länderindividuelle Sonderentwicklungen und Fertigung in kleinen Stückzahlen bedingten.
- Sie sind teuer in Errichtung und Betrieb, was sich naturgemäss in den Gebühren und Tarifen niederschlägt, die, wenn sie kostendekkend wären, fast prohibitiv wirken würden; es ist kein Geheimnis, dass manche Datennetze in Europa von den PTT mit einer Kostenunterdekkung von bis zu 50% betrieben werden.

Natürlich sind diese Eigenschaften der dienstspezifischen Netze, die hier aus Zeitgründen nur in Schwarzweiss-Manier stichwortartig skizziert wurden, seit langem bekannt, und es hat nicht an Versuchen gefehlt, neue Fernmeldedienste wie etwa die Datendienste in vorhandenen Netzen anzusiedeln, statt neue Spezialnetze zu errichten. Aussichtsreichster Kandidat war hierbei immer das Fernsprechnetz, das – obwohl zunächst auch dienstspezifisch – die Eigenschaften besitzt, die den anderen Netzen fehlen; denn:

- Es ist flächendeckend bis in den kleinsten Ort ausgebaut, d. h. die Netzinfrastruktur ist landesweit vorhanden.
- Es hat die bei weitem höchste Teilnehmerzahl von allen Netzen; dies bedeutet hohe Teilnehmererreichbarkeit und zugleich geringe Kosten pro Teilnehmer.
- Es dient geschäftlichen und privaten Kommunikationsbedürfnissen.
- Es hat eine hohe Betriebsgüte dank jahrzehntelanger Erfahrung und der Entwicklung von Prüf- und Überwachungsverfahren.
- Es zeichnet sich aufgrund seiner Netzdichte durch eine hohe Elastizi-

[1] Anm. der Redaktion: Das schweizerische Telepacnetz weist in dieser Studie die weitaus niedrigste Verlustquote von 4% auf.

tät aus, die Verkehrsschwankungen in weitem Bereich auffangen kann.
- Für Planung, Technik, Betrieb und Unterhalt gibt es praktisch von Anfang an internationale Standards (CCITT, Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique), die laufend dem technischen Fortschritt angepasst werden und die nicht nur den nationalen, sondern auch einen reibungslosen internationalen Fernsprechdienst sicherstellen.
- Seine Einrichtungen sind für Massenverkehr bei vernünftigem Preis-Leistungs-Verhältnis ausgelegt, also nicht hochspezialisiert, daher wirtschaftlich in Errichtung und Betrieb, was niedrige Tarife ermöglicht. Auch wenn dies immer wieder kritisiert wird und die Öffentlichkeit es nicht wahrhaben will: die Fernsprechgebühren sind - gemessen an der Kaufkraft - ständig niedriger geworden; eine Seltenheit, wo man doch gewohnt ist, Preiserhöhungen wie Sonne und Regen hinzunehmen.

3. Die Evolution des ISDN aus dem digitalen Fernsprechnetz

Natürlich muss man sich fragen, warum man bei diesen optimalen Voraussetzungen nicht schon im heutigen analogen Fernsprechnetz eine Dienstintegration vorgenommen hat. Leider hat das analoge Fernsprechnetz einen grossen, die Integration anderer Dienste hindernden Nachteil: der analoge Fernsprechkanal eignet sich nur zur Übertragung von Diensten mit kleinen bis mittleren Bitraten (bis etwa 2400 bit/s); mehr passt in den 3,1 kHz breiten Fernsprechkanal eben nicht hinein. Daneben kann das analoge Fernsprechnetz auch andere geforderte Leistungsmerkmale (z. B. kurze Verbindungsaufbauzeiten) nicht bieten. So kommt es, dass z. B. heute die Datenübertragung bis zu mittleren Bitraten im Fernsprechnetz zwar möglich ist (und auch genutzt wird), dass aber trotzdem daneben eigene Datennetze entstanden sind.

Mit der inzwischen eingeleiteten Digitalisierung des Fernsprechnetzes durch Einführung digitaler Vermittlungs- und Übertragungstechnik ändert sich die Situation von Grund auf. Im digitalen Fernsprechnetz ist für die Sprachübertragung ein digitaler *Basiskanal* (B-Kanal) von 64 kbit/s vorgesehen, und diese Transportkapazität ist so gross, dass alle heutigen und künftigen Nicht-Fernsprechdienste hineinpassen, mit Ausnahme von Tonrundfunk- und Bewegtbilddiensten, für die, wie erwähnt, das Breitband-ISDN benötigt wird. Mit der Einführung des technisch und wirtschaftlich gerechtfertigten digitalen Fernsprechnetzes wird somit die Basis für eine Integration der Fernmeldedienste geschaffen, und selbstverständlich lassen sich in bestimmtem Umfang auch jene Leistungsmerkmale realisieren, die das analoge Fernsprechnetz bisher nicht bieten konnte und die mit ein Grund für die Bildung von Spezialnetzen waren. Von der Informationstheorie her gesehen ist es geradezu ein Luxus, für einen Fernsprechkanal volle 64 kbit/s zu spendieren - dies spielt aber keine praktische Rolle, da die digitale Technik diesen Kanal viel wirtschaftlicher zu realisieren gestattet als den (informationstheoretisch) sparsamen, 3,1 kHz breiten analogen Fernsprechkanal; die Möglichkeit, in diesen 64-kbit/s-Kanal auch andere Dienste zu integrieren, bekommt man sozusagen zusätzlich geschenkt.

Wie sieht aber nun diese Integration in der Praxis aus - oder mit anderen Worten: wie geht die Evolution des digitalen Fernsprechnetzes zum ISDN vor sich, und in welchen Bereichen des Fernsprechnetzes wirkt sie sich aus?

Betrachtet man das digitale Fernsprechnetz, wie es heute in vielen Ländern entsteht, so stellt man fest, dass der Bereich zwischen der Teilnehmer-Ortsvermittlungsstelle und dem Teilnehmer (Teilnehmer- oder Anschlussleitungsnetz) heute, und teilweise auch in Zukunft noch, analog betrieben wird. Für das Fernsprechen allein wäre die Digitalisierung der Anschlussleitung wirtschaftlich kaum sinnvoll, da sie kostspielige Teilnehmerapparate sowie eine Reihe weiterer Massnahmen, auf die hier nicht eingegangen wird, notwendig machen würde. Ab der Teilnehmer-Ortsvermittlungsstelle (dort findet die A/D-Umsetzung statt) über das Fernnetz mit seinen Fernvermittlungen bis hin zur andern Ortsvermittlungsstelle ist das Netz jedoch digital. Soll nun dieses digitale Fernsprechnetz (mit seinen beiden analogen «Enden») zum ISDN evolvieren, so müssen drei wichtige zusätzliche, zusammenhängende Schritte im digitalen Fernsprechnetz getan werden, nämlich:

1. Es muss auch die Teilnehmeranschlussleitung digitalisiert werden, d. h. der 64-kbit/s-Fernsprechkanal muss bis zum Teilnehmerapparat gebracht werden. Da man aber auch «integrieren» will, braucht man einen zweiten 64-kbit/s-Kanal (zweiter B-Kanal) für die anderen zu integrierenden Dienste.
2. Das bisherige Wahlverfahren (Schleifenunterbrechung) muss durch ein modernes Signalisierungsverfahren ersetzt werden, das ausser der bisherigen Nummernwahl den Abruf zusätzlicher Leistungsmerkmale (Anforderung von Diensten, Wechsel von Diensten) gestattet. Dieses neue Signalisierungsverfahren arbeitet mit einem Signalisierungskanal (D-Kanal) von 16 kbit/s.
3. Es müssen beim Teilnehmer und an der digitalen Ortsvermittlungsstelle Schnittstellen für die beiden 64-kbit/s-Kanäle (B-Kanäle) und den D-Kanal geschaffen werden. Zwischen den Ortsvermittlungsstellen werden die beiden 64-kbit/s-Kanäle über das digitale Fernsprechnetz geführt.

Dank der modernen Halbleitertechnologie ist es heute möglich, die obigen drei Schritte kostengünstig zu realisieren; darüber hinaus hat der CCITT rechtzeitig Normen erarbeitet, die eine weltweit kompatible Realisierung ermöglichen. Der nebenstehende Einschub «ISDN-Konzept» zeigt auf knappem Raum, wie das ISDN in die Praxis umgesetzt werden soll. Der wichtigste Grundgedanke dabei ist, dass das ISDN durch Evolution aus dem technisch und wirtschaftlich ohnehin nötigen digitalen Fernsprechnetz hervorgehen soll. Bei der Erarbeitung dieses Evolutionskonzepts liess man sich im CCITT von zwei Grundgedanken leiten:

1. Das ISDN-Konzept sollte auf der einen Seite so umfassend und zukunftsweisend wie möglich sein, d. h. durch technische Mittel ein möglichst universelles Netz für alle Dienste bis 64 kbit/s, bei höchstem Komfort für den Teilnehmer (neue Leistungsmerkmale), bieten.
2. Zur Verwirklichung eines solchen Konzepts müssen die für die Evolution notwendigen zusätzlichen Massnahmen technologisch möglich und wirtschaftlich realisierbar sein, bei weitestgehender Mitverwendung der vorhandenen Infrastruktur des Fernsprechnetzes bzw. seiner analogen und digitalen Netzteile.

ISDN-Konzept

- ISDN entsteht durch Evolution aus dem digitalen Fernsprechnetz durch Digitalisierung der analogen Teilnehmeranschlussleitung; für die Integration ist zusätzlich zum 64-kbit/s-Fernsprechkanal ein weiterer 64-kbit/s-Kanal erforderlich. Dem ISDN-Teilnehmer stehen also zwei 64-kbit/s-Kanäle (B-Kanäle) zur Verfügung, die er wahlweise mit verschiedenen Diensten bis zu 64 kbit/s belegen kann.
- Zusätzlich zu den beiden B-Kanälen wird zwischen Teilnehmer und digitaler Ortsvermittlungsstelle ein neuer Signalisierungskanal (D-Kanal mit 16 kbit/s) eingeführt. Ausser der Signalisierung (z.B. Wahl) kann dieser Kanal auch für paketierte Daten und langsame Datenübertragung genutzt werden. Dieser D-Kanal ist auch, im Unterschied zu bisherigen Signalisierungssystemen, auf der Teilnehmeranschlussleitung *nach* Aufbau einer Verbindung aktiv; über diesen Kanal kann der Teilnehmer, der z.B. im Augenblick auf dem ersten B-Kanal telefoniert und über den zweiten Kanal eine Datenbank abfragt, einen oder zwei andere Dienste anfordern und Verbindungen aufbauen, die zu unterschiedlichen Zielen führen. Dieser D-Kanal ist beidseitig gerichtet, d.h., der Teilnehmer kann nicht nur in Richtung Netz diesen Kanal benutzen; auch in Gegenrichtung können zum Teilnehmer laufend Informationen übertragen werden, z.B. Gebühreninformationen, Hinweise, dass ein Anrufer wartet usw. Der D-Kanal ist ein gutes Beispiel dafür, wie durch das ISDN völlig neue Leistungsmerkmale möglich werden, die in den bisherigen Netzen aus technisch-wirtschaftlichen Gründen einfach nicht jedem Teilnehmer angeboten werden konnten.
- Beim Teilnehmer wird eine neue, universelle Schnittstelle geschaffen (S-Schnittstelle), die mehrere Funktionen hat. An dieser Schnittstelle stehen ihm einerseits die genannten Kanäle (B+B+D) zur Verfügung und ist anderseits die Trennung zwischen Netz und Teilnehmerinstallation (Netzabschluss, NT) vorgesehen. Der Netzabschluss grenzt – insbesondere bei Störungen – klar die Verantwortlichkeit von Netzbetreiber (bis NT, in Europa zumindest einschliesslich NT) und Teilnehmer (ab NT und in der Hausinstallation) ab. Physikalisch ist diese Schnittstelle als Universalschnittstelle ausgebildet, d.h., der Teilnehmer kann *jedes* ISDN-Endgerät über einen einzigen genormten Stecker an einer einheitlichen Anschlussdose anschliessen. Der «kleinste» ISDN-Anschluss (Basisanschluss) erlaubt (wegen B+B+D) den wahlweisen Anschluss von 2 ISDN-Endgeräten (Terminals) oder eines Multiserviceterminals; eine erweiterte Version (passiver ISDN-Bus) bietet bis zu 8 Anschlussmöglichkeiten, wobei immer nur zwei ISDN-Terminals *gleichzeitig* betrieben werden können (B+B+D). Dieser passive Bus ist besonders für Büros usw. interessant, in denen ISDN-Terminals nicht jedem Arbeitsplatz fest zugeordnet sind, sondern fallweise von verschiedenen Mitarbeitern benutzt werden. Wenn der Basisanschluss mit seinen beiden B-Kanälen nicht ausreicht, kann eine andere Teilnehmerschnittstelle verwendet werden, die bis zu 30 B-Kanälen anbietet (30×64 kbit/s) und die sich insbesondere für den Anschluss von ISDN-Nebenstellenanlagen eignet.
- Die digitale Ortsvermittlungsstelle muss als zusätzliche Aufgabe die Verarbeitung des D-Kanals (in beiden Richtungen) übernehmen, was im wesentlichen ein Softwareproblem darstellt. Für einen ISDN-Anschluss müssen in der digitalen Ortsvermittlungsstelle die für den heutigen analogen Telefonanschluss vorhandene A/D-Wandlung entfernt und dafür die beiden B-Kanäle (plus D-Kanal) angeschlossen werden. Natürlich wird man angfänglich diese Umrüstung nur für einen gewissen Teil der Teilnehmer, die für ISDN-Anwendung in Frage kommen, vornehmen; diese werden in erster Linie die Geschäftsanschlüsse sein. Der private Teilnehmer, oder wenigstens deren Mehrzahl, wird wohl noch für geraume Zeit «Nur»-Telefonteilnehmer sein und an der «normalen» Schnittstelle (mit A/D-Wandlung) bleiben; er kann damit auch den bisherigen Telefonapparat behalten – zumindest für die unmittelbare Zukunft. Im privaten Bereich ist kurzfristig nur eine kombinierte Telefon-Videotex-Nutzung als ISDN-Anwendung vorstellbar, wobei Videotex mit 64 kbit/s sicher weitaus attraktiver als heute sein wird. Wie man sieht, ist von der Evolution des digitalen Fernsprechnetzes zum ISDN fast ausschliesslich das Teilnehmeranschlussnetz betroffen, wobei die *vorhandene* Anschlussleitung (Kupferdoppelader), wie sie heute für den analogen Telefonanschluss seit fast hundert Jahren verwendet wird, *unverändert* für die Übertragung von B+B+D dank einem hochmodernen Übertragungsverfahren genutzt wird – und hier liegt wohl eines der stärksten wirtschaftlichen Argumente für ISDN. Man rechnet, dass in einem Fernsprechnetz etwa 60% aller Investitionen im Ortsnetz, und davon wieder 80% im Teilnehmeranschluss-Leitungsnetz «vergraben» sind. Jedes ISDN-Konzept, das nicht von vornherein auf der Ausnutzung dieser vorhandenen Infrastruktur basiert und etwa *neue* Teilnehmeranschluss-Leitungen verlangt, ist von Anfang an mit Investitionen belastet, die ein solches Konzept wirtschaftlich fragwürdig und daher unrealistisch machen, zumindest bei den heutigen Kostenrelationen.

Ab der ISDN-Ortsvermittlungsstelle (besser wäre es, von der ISDN-fähigen Ortsvermittlungsstelle zu sprechen, die ja nach wie vor auch Nur-Telefonteilnehmer bedient) über das Fernnetz bis hin zur digitalen ISDN-fähigen Ortsvermittlungsstelle am anderen Ende einer Verbindung sind für die Evolution zum ISDN, mit einer Ausnahme, keine zusätzlichen Massnahmen erforderlich. Das digitale Fernsprechnetz bleibt technisch, so wie es allein für Fernsprechen notwendig ist. Die Ausnahme besteht in einer Erweiterung des bereits im digitalen Fernsprechnetz für Fernsprechen erforderlichen Signalisierungssystems (Zentralkanal-Signalisierungssystem Nr.7) um einen zusätzlichen Softwareanteil (Integrated Services User Part, ISUP), der dem vorhandenen Softwarepaket für Fernsprecher hinzugefügt wird. Zum Schluss sei noch auf zwei zusätzliche, technisch mögliche Massnahmen hingewiesen, die dem Teilnehmer den Übergang zum ISDN erleichtern sollen:

- Dies sind einmal Terminaladaptoren (TA), über die vorhandene, herkömmliche Terminals mit einer a/b-Schnittstelle oder einer Datenschnittstelle (z.B. X.21) an das ISDN angeschlossen werden können; der Teilnehmer kann also seine alten (allerdings weniger leistungsfähigen) Geräte am ISDN weiter verwenden.
- Die andere Massnahme besteht in der Anfügung von Netzschnittstellen an das ISDN, z.B. zwischen ISDN und Datennetzen. Damit können, für eine Übergangszeit, Teilnehmer von dienstspezifischen Datennetzen mit ISDN-Teilnehmern korrespondieren.

Die diesen beiden Grundgedanken Rechnung tragenden Standards wurden im CCITT zwischen 1980 bis 1984 erarbeitet – zu einem Zeitpunkt, zu dem für manche Forderungen die Technologie noch gar nicht verfügbar war. Inzwischen erlaubt der technologische Fortschritt, das ISDN-Konzept Schritt für Schritt in die Tat umzusetzen. Angesichts der Realitätsnähe des ISDN ist es daher sicher nicht blosse Gedankenspielerei, wenn im folgenden die Konsequenzen für Netzbetreiber, Industrie und Kunden untersucht werden.

4. Konsequenzen aus dem ISDN – Versuch einer Bilanz

Zumindest längerfristig bietet das ISDN dem Netzbetreiber die verlokkende Möglichkeit, ein einziges Netz statt der bisherigen dienstspezifischen

Netze mit ihren Nachteilen betreiben zu können. Das hat nicht nur grosse Vorteile bei Planungen und Investitionen, sondern auch im Betrieb und Unterhalt. Die klare Trennung an der ISDN-Teilnehmerschnittstelle zwischen der Zuständigkeit des Netzbetreibers und des Teilnehmers wird helfen, heute immer wieder auftretende, Zeit und Geld kostende Debatten bei Fehlern und Störungen endgültig zu beenden.

Allerdings wird diese klar definierte Teilnehmerschnittstelle einen Trend beschleunigen, den es auch schon vor dem ISDN-Konzept gab – die Liberalisierung des Endgerätemarktes. Konnte früher der Netzbetreiber mangels vorhandener Schnittstellen (vor allem im Fernsprechnetz) mit gewissem Recht auf sich ergebende Probleme beim Anschluss «fremder» Endgeräte verweisen (und damit sein Monopol festigen), so zieht heute dieses Argument bei der ISDN-Teilnehmerschnittstelle nicht mehr. Hier haben wir nun eine klar definierte Schnittstelle zwischen Netz- und Teilnehmerinstallation – und der Druck zur Liberalisierung des Endgerätemarktes wird daher mit ihrer Einführung beim ISDN unausweichlich zunehmen.

Der Kunde wird glücklich darüber sein, endlich dem strengen Reglement seines PTT entkommen zu sein (dass ihn dieses Reglement trotz mancher Überzogenheit vor manchem Kummer und unnützen Ausgaben lange Zeit bewahrte, hat er natürlich schon vergessen), und auch die Industrie wird die frohe Botschaft aufnehmen, wenn auch die Freude dort geteilt sein wird. Die international definierte ISDN-Teilnehmerschnittstelle wird nämlich zusätzliche Konkurrenten auf den Terminalmarkt locken, der bisher von den grossen Anbietern kompletter Fernmeldesysteme und -netze weitestgehend mitbedient wurde. Jetzt aber sehen auch «Nur-Terminal»-Hersteller ihre Chance, «ans Netz» zu kommen (und diese Leute kommen nicht nur aus Europa) – die Anzeichen dafür sind bereits vorhanden.

Mehr Konkurrenz in einem libralisierten Endgerätemarkt aber beschert nach den Regeln des Wettbewerbs dem Kunden preisgünstige, attraktive ISDN-Terminals und wird ihn veranlassen, ein fleissiger ISDN-Benutzer zu werden. Der Netzbetreiber sieht's mit einem weinenden und einem lachenden Auge. Zwar hat er den Terminalmarkt verloren (den er wahrscheinlich auch ohne ISDN aus ganz anderen Gründen verloren hätte), aber dafür steigen via Verkehrszuwachs seine Gebühreneinnahmen – wenigstens ein Trost.

Aber hier ist Vorsicht angebracht: Der Kunde wird das ISDN nur dann fleissig nutzen, wenn es ihm (bei gleichen oder, noch besser, bei niedrigeren Gebühren als heute) *mehr* bietet als die heutigen dienstspezifischen Netze. Im ISDN wird der Kunde wirklich König: Er entscheidet, ob er all die schönen Dinge, die die Industrie so hochmodern entwickelt (Terminals) und der Netzbetreiber (im Netz) eingebaut hat, auch wirklich braucht und nutzen will. Und da, wie schon gesagt, zumindest während einer längeren Anlaufphase eigentlich nur geschäftliche Kommunikation für das ISDN in Betracht kommt, haben es der Netzbetreiber und die Industrie mit einer Klientel zu tun, die rechnen gelernt hat. Über Erfolg oder Misserfolg des ISDN wird daher allein seine *wirtschaftliche Attraktivität* (genauer das Kosten-Nutzungs-Verhältnis) entscheiden; für raffinierte Technologie allein und ohne wirtschaftlichen Gegenwert wird diese Klientel keinen Franken herausrükken.

Damit formiert sich eine Phalanx aus Kunden und Industrie, die aus unterschiedlichen Motiven – die Kunden aus Gebühreninteresse, die Industrie aus Verkaufsinteresse –, aber mit gleicher Zielrichtung dem Netzbetreiber zu Leibe rücken: attraktive Tarife für ISDN – sowohl für den Anschluss als auch für die Verkehrsgebühren – lautet deren Schlachtruf. Der arme Netzbetreiber sieht's mit Grausen: natürlich hat auch er seine Vorteile im ISDN; aber um diese Vorteile geniessen zu können, muss er erst einmal investieren, wobei er, nebenbei bemerkt, noch auf lange Jahre die Investitionen für das digitale Fernsprechnetz zusätzlich zu tragen hat und oft noch obendrein auf einigen längst nicht abgeschriebenen, dienstspezifischen Netzen sitzt. Zum gleichen Zeitpunkt soll er attraktive ISDN-Gebühren anbieten – sein finanzieller Spielraum wird merklich eingeengt, und insbesondere die bei den PTT in Europa übliche «Quersubventionierung» defizitärer Dienste, bis hin zu den Postdiensten, wird in neuem Licht zu überprüfen sein, und das geht dann schon in die hohe Politik hinein – jedenfalls eine verzwickte Situation. Natürlich gibt es auch dafür Lösungen; der Netzbetreiber wird zunächst versuchen, nur in den geschäftlichen Ballungszentren einige ISDN-Vermittlungsstellen aufzubauen und diese landesweit zu vermaschen – damit erfasst er bereits einen Grossteil potentieller Kunden bei vertretbaren Investitionen. Die Deutsche Bundespost beispielweise verfolgt eine solche Einführungsstrategie; sie hat kürzlich erste ISDN-Gebühren veröffentlicht – und diese sind ermutigend: ein Geschäftsanschluss mit Telefon, Telefax, Videotex, Teletex, Datex-L (2400 bit/s) kostet heute Monatsgebühren von insgesamt DM 440,40; würden diese Dienste über den ISDN-Basisanschluss (mit verbesserten Leistungsmerkmalen) abgewickelt, so wären monatlich nur DM 74,– zu zahlen – sicher der richtige Anreiz für potentielle ISDN-Teilnehmer. Aber trotzdem, der Netzbetreiber wird natürlich versuchen, seine Kosten zu senken – als erstes bei den Investitionen: mehr Wettbewerb, mehr Lieferanten, Öffnung der Märkte, auch ausländische Anbieter bieten sich an. Aber da bringt die heimische Industrie schon das schwere Geschütz der Arbeitsplatz- und Exportsicherung in Stellung, und damit ist man wieder in der Politik – und so geht es weiter.

5. Evolution zum Breitband-ISDN – Wie und wann?

Beim Breitband-ISDN gibt es noch keine einheitlichen Auffassungen, geschweige denn internationale Standards – und das ist der Grund, warum in diesem Kapitel bei allem Drang zur Objektivität nur die weitgehend subjektive Auffassung des Autors zur Sprache kommt. Auch beim Breitband-ISDN wird das Gesetz der Evolution gelten; es wird sich aus einem 64-kbit/s-ISDN entwickeln; insoweit ist man sich wenigstens einig. Über das Wie und das Wann kann man dagegen beliebig streiten, und dafür gibt es mehrere Gründe.

Zunächst ist festzustellen, dass bei der Evolution zum Breitband-ISDN der zusätzliche Aufwand ungleich grösser ist, als dies bei der Evolution des digitalen Fernsprechnetzes zum ISDN der Fall ist – und dies leider gerade im besonders kapitalintensiven Orts- und Anschlussleitungsnetz. Für die Übertragung von Megabits ist trotz aller technischer Kniffe der gute alte Kupferdoppeldraht nicht mehr zu benutzen, hier muss ein Glasfasernetz völlig neu verlegt werden, und das ist sehr, sehr teuer. Es ist nicht einmal die

Glasfaser selbst, die dabei eine wesentliche Rolle spielt, es sind vor allem die Verlege- und Anschlusskosten pro Teilnehmer sowie ein Rattenschwanz oft übersehener Folgemassnahmen, die zu Buche schlagen, von der nicht mehr möglichen Speisung des Telefons aus der Amtsbatterie bis hin zum Aufbau neuer Prüfnetze im Ortsbereich. Zusätzliche und umfangreiche Investitionen (zusätzliche Breitbandkoppelfelder) sind in der Vermittlungstechnik und in der Übertragungstechnik erforderlich, wobei letzteres kaum ein technisches, sondern mehr ein Mengenproblem ist: ein übliches 140-Mbit/s-Übertragungssystem kann 1920 Telefonkanäle oder *einen* Bildtelefonkanal dieser Bitrate übertragen – und dies muss von Teilnehmer zu Teilnehmer vorgesehen werden, d. h. die Kapazität der Übertragungsnetze müsste vervielfacht werden. Schliesslich müssen Breitband-ISDN-Terminals verfügbar sein, und zwar zu vernünftigen Preisen.

Der technologische Fortschritt wird eines Tages (fünf bis zehn Jahre dürften dafür realistisch sein) all dies, oder das meiste, zu einem erträglichen Preis-Leistungs-Verhältnis möglich machen. Die Frage ist: wozu? Wo sind die Dienste? In vielen Diskussionen werden immer drei Breitbanddienste genannt, auf die man alle Hoffnung setzt:

- breitbandige Datenübertragung,
- Videokonferenz,
- Bildtelefon.

Breitband-Datenübertragung: Die 64-kbit/s- und 2-Mbit/s-Datenübertragung, die schon in heutigen Netzen, und daher erst recht auch im ISDN, sowohl technisch wie wirtschaftlich möglich sind, stellen bereits grosse Datenmengen dar; der früher erwartete Computerverbund ist durch die Entwicklung der Computertechnologie hinfällig geworden; ein kleiner Computer in der Firma ist heute leistungsfähiger und billiger als «Time-Sharing» von Grosscomputern. Sicher wird es Anwendungsfälle (etwa im wissenschaftlichen Bereich) geben, wo Daten im Megabitbereich zu übertragen sind. Aber das ist mit technischen Mitteln über gesonderte Leitungen auch heute schon möglich, dafür braucht man kein völlig neues Netz.

Videokonferenz: Sie wird eine Marktnische füllen, aber die Zahl der Benutzer wird gering bleiben, da sie eben nur für spezielle Anwendungsfälle geeignet ist und sich die früher gehegten Hoffnungen auf Ersatz für Dienstreisen zu Besprechungen nur zu einem kleinen Teil erfüllen werden. Bild und Ton enthalten eben nur einen Teil der Informationen, die bei Besprechungen zwischen den Teilnehmern ausgetauscht oder signalisiert werden; das «Fluidum» einer Besprechung lässt sich leider nicht über einen noch so breiten Videokanal übertragen.

Bildtelefon: Es ist eine schöne Sache, auch für den privaten Teilnehmer, wenn es billig ist und eine Qualität bietet, die dem heutigen Farbfernsehbild entspricht, und soweit ist die moderne Technologie noch nicht; vielleicht bringen Verfahren zur Bildkompression eine Lösung, die (bei vergleichbarer TV-Qualität) wesentlich geringere Bitraten als 140 Mbit/s erfordern. Allerdings gäbe es schon heute einen «richtigen» Breitbanddienst für ein Breitband-ISDN, das Kabelfernsehen; aber dieses lässt sich viel einfacher analog verbreiten und erfordert nur eine simple Netzstruktur (Baumnetz), die man mittels Koaxialkabel leicht darstellen kann. Zudem wird das Kabelfernsehen in vielen Ländern von privaten Gesellschaften und nicht vom Fernmeldenetzbetreiber angeboten – keine schöne Ausgangslage für eine Integration. Lässt man diesen fernmelderechtlichen Aspekt einmal beiseite, so kann man technisch in einem Breitband-ISDN *auch* Kabelfernsehen *mit*anbieten; aber ein Breitband-ISDN heute mit Kabelfernsehen als einzig realen Dienst bauen zu wollen, erwägt aus den genannten Gründen kein Mensch.

All dies heisst natürlich nicht, dass das Breitband-ISDN für immer eine Utopie ist – im Gegenteil: Forschung, Versuche, Pilotprojekte sind berechtigt, ja notwendig, um die Technologie dafür zu entwickeln, aber man sollte sich dabei vor übereilten Plänen hüten und – vor allem bei den potentiellen Kunden – keine Hoffnungen wecken, die sich kaum vor etwa 1995 erfüllen lassen, wobei hier natürlich mit Breitband-ISDN immer ein flächenhaftes, landesweites Netz zu verstehen ist. Sonderlösungen für wenige Teilnehmer (z. B. Videokonferenzen) sind selbstverständlich früher, oder sogar heute schon, möglich.