

Wege in die NGN-Zukunft

Moderne Multiservicenetze und die letzte Meile

Marc Kahabka

Bevor Festnetzbetreiber zu Next Generation Networks (NGN) migrieren, ist es unerlässlich, sich den Stand der heutigen Netze vor Augen zu führen. Die technische Basis der Backbones ist in den meisten Teilen der Welt in einem guten Zustand und durchaus brauchbar für neue Dienste. Hier werden in der Regel optische Übertragungsmedien oder Richtfunktechniken benutzt. Ähnliches gilt für die angrenzenden Netzbereiche. Auch auf der Teilnehmerseite scheinen alle nötigen Medien vorhanden, um neue Dienste einführen zu können. Das fehlende Puzzleteil, das Telekommunikationsbetreiber heute oft von neuen Umsatzquellen auf Breitbandbasis fernhält, ist das Zugangsnetz. Hier gilt es, Fragen der Netzinfrastruktur und der Systemtechnik zu beantworten und neue Lösungen zu finden.

Das Access Network bzw. Zugangsnetz, als Verbindung zwischen Endverbraucher und Weitverkehrsnetz auch „letzte Meile“ genannt, wird maßgeblich durch zwei Einflußgrößen bestimmt:

Die Netzinfrastruktur

Sie kann man in zwei Bereiche teilen:

- Die ehemaligen monopolistischen Carrier (z.B. Deutsche Telekom, BT, Telecom Italia usw.) verfügen über ein flächendeckendes Netz, das i.d.R. Glasfaserstrecken bis zu den Vermittlungsstellen und Hauptverteilern, in manchen Regionen gar zu den Netzelementen am Straßenrand in sog. Outdoor-Gehäusen bei Fiber-to-the-Curb-Netzen (FTTC), vorsieht. Von hier aus stehen Kupferkabel für Teilnehmeranschlüssen zur Verfügung.
- Private Netzbetreiber mieten die letzte Meile bzw. das Kupferkabel zum Teilnehmer vom (ehemaligen) Monopolisten. Dies bringt zum einen den Nachteil von zusätzlichen Mietkosten für die Teilnehmeranschlußleitungen (TAL), zum anderen wird aber auch das sog. Cherry Picking, die Konzentration auf Ballungszentren oder wertvollere Kunden, ermöglicht. Kunden mit ho-

hem Bandbreitenbedarf wie Großunternehmen, Banken, Versicherungen, aber auch andere Service Provider, werden oft einzeln mit Glasfaserkabeln oder Funkstrecken und Bandbreiten über 10 Mbit/s versorgt.

Die Alternative, die letzte Meile durch die Luft mit WLAN- oder WLL-Zugang (Wireless Local Loop) zu versorgen, kommt heute hauptsächlich in schwierigem Terrain oder für Hotspots in Frage.

Die Systemtechnik

Der zweite große Einflußfaktor auf Zugangsnetze ist die Systemtechnik. Hier findet man in der Übertragungstechnik hauptsächlich PDH-Derivate (Plesiochronous Digital Hierarchy) wie die Schnittstellen n x 64 kbit/s oder 2 Mbit/s (E1). Auf Kundenseite tauchen immer noch Frame-Relay-Schnittstellen auf, die nach und nach durch ATM (Asynchronous Transfer Mode) und das Internet Protocol (IP) abgelöst werden. Im einfachsten Sinne sprechen wir bei der heutigen Access-Technik noch über PDH-Zugangsmultiplexer wie Digital Line Units (DLU). Die modernere Variante der Zugangsnetztechnik benutzt optische Netzelemente (Optical Network Unit – ONU). ONUs werden mit Glasfaserkabel und SDH-Technik (Synchronous Digital Hierarchy) an den Backbone angebunden und sind in der Lage, Telekommunikationsdienste (Sprache, Daten) über Kupfer und z.T. auch über Glasfaser zum Teilnehmer zu transportieren. ONUs sind heute in der Regel ebenso in der Lage, DSL-Dienste abzubilden (Digital Subscriber Line) – zugunsten der Datenrate auf der Teilnehmerseite, aber zu Lasten des TDM-Backbones (Time Division Multiplex). In den meisten Telekommunikationsnetzen wird heute pro Kupferkabel eine Dienstart transportiert. Sprache und Daten werden im Zugangsnetz

Das Thema in Kürze

Ein Telekommunikationssegment, das der Rezession trotz und immer noch Wachstumspotential hat, ist der Bereich der Zugangs- oder Access-Netze, die letzte Meile. Der Artikel zeigt einen Weg, wie Festnetzbetreiber ihre heutige Netztechnik Schritt für Schritt zu einem Netz der nächsten Generation weiterentwickeln können, das die Anforderungen von morgen erfüllt und die von heute nicht vernachlässigt.

Marc Kahabka ist als Market Segment Manager bei der Marconi Communications GmbH für kabelgebundene Zugangsnetze und Voice-over-Data-Netze zuständig

getrennt und in zwei unterschiedlichen Backbone-Netzen (Sprache und Daten) weitergeleitet.

Es ist nun kein Geheimnis mehr, daß sämtliche Bereiche der öffentlichen TK-Netze konvergieren. Kurzgefaßt bedeutet es, daß es Multiservicenetze gibt, die das sog. Triple Play, d.h. Sprache, Daten und Video über dasselbe Übertragungsmedium, realisieren. Paket- oder zellorientierte Techniken aus der Datenwelt halten Einzug auch in klassische TDM-Domänen wie die Sprachübertragung und werden PDH- und SDH-Multiplexer nach und nach ablösen. Da dieser Prozeß nicht in wenigen Monaten vollzogen sein wird und auch nicht werden kann und soll, gibt es verschiedene Ansätze, um zu einem einheitlichen Multiservicenetze der nächsten Generation zu gelangen. Wie wirkt sich das auf die letzte Meile aus?

Umstellung des Zugangsnetzes

Der Teilnehmeranschluß

Im Gegensatz zur UMTS-Vermarktung wird im Festnetzmarkt die Netztechnik von Kundenanforderungen getrieben; die Nachfrage bestimmt das Angebot. Im Zeitalter des Internet besteht zu Hause und auch im geschäftlichen Umfeld eine echte Notwendigkeit, höhere Bandbreiten zu erhalten. Deshalb werden DSL-Anschlüsse installiert, die schon für den Massenmarkt Bandbreiten von 768 kbit/s (das ist fast 15mal schneller als ein analoger Anschluß) und mehr realisieren. Die Übertragung auf der letzten Meile erfolgt über normale Kupferdoppeladern. In Deutschland hat dieser Service binnen drei Jahren heute mehr als 4 Mio. Teilnehmer gewinnen können. Ein Ende des DSL-Wachstums ist nicht in Sicht, was man heute nicht von allen am Markt verfügbaren Techniken behaupten kann. Allein die Deutsche Telekom rechnet mit 10 Mio. T-DSL-Teilnehmern im Jahr 2007. Da nun mit DSL für das schnelle Surfen genügend Bandbreite zur Verfügung steht, drängt sich Netzbetreibern die Frage auf: Wo kann ich mit der Bandbreite zusätzlichen Umsatz erzielen? Seit etwa zwei Jahren arbeitet man deshalb

darán, den umsatzstärksten aller Telekommunikationsdienste in den DSL-Kanal zu integrieren, nämlich die Telefonie. Der Grund hierfür ist einfach: Man spart vor allem als Betreiber ba-

übertragen, parallel zu anderen Daten (z.B. Internet-Download). Hierfür bieten sich sowohl ATM als auch IP an. Um VoDSL zu realisieren, wird das genannte Sammelsurium von Boxen beim Kunden durch eine einzige Box, das Integrated Access Device (IAD), ersetzt. Ein solches IAD verfügt über mindestens einen Datenkanal (meistens Ethernet 10/100BaseT) und mindestens zwei, oft auch vier, zwölf oder mehr Sprachanschlüsse für das analoge Telefonnetz (Plain old Telephone System – POTS) oder ISDN.

Die ATM-Technik sieht hierfür bereits spezielle Mechanismen vor (z.B. AAL2, Priorisierung und Komprimierung von Sprache), die eine ISDN-ähnliche – also sehr gute – Sprachqualität erlauben (Voice over ATM – VoATM). Eine Sprachübertragung kann allerdings auch über IP realisiert werden (Voice over IP – VoIP). IP eignet sich ursprünglich nicht, Sprache zu übertragen, da es keinerlei Echtzeitkriterien und Qualitätsmechanismen erfüllt. Nichtsdestotrotz wird VoIP aufgrund der aktuellen Entwicklung des Marktes im Laufe der Zeit mittels vieler „Krücken“ eine Dienstqualität, wie sie ATM heute schon bietet, abbilden können und gegenüber VoATM als Sieger hervorgehen.

Eines der möglichen Hilfsmittel ist MPLS (Multiprotocol Label Switching). Es ist eine auf Layer 2+ beruhende Technik und findet sich im OSI-Stack in der Regel zwischen Ethernet und IP wieder. Hiermit kann trotz IP ein Carrier-Class-Anspruch erfüllt werden. Die Transporttechnik (ATM, SDH, Ethernet usw.) wird durch dessen Verwendung fast zweitrangig, womit man sich zukünftig auch vorstellen könnte, den Layer 2 wegzulassen (z.B. Packet over SDH usw.). In diesem Fall hat man schon recht gute Voraussetzungen für „Voice over Stacheldraht“ erreicht.

Das Übertragungsmedium

Am Übertragungsmedium wird sich bei der Konvergenz im Zugangsnetz nicht viel ändern. Glasfaser und Funk, aber auch Kupfer werden weiterhin dominieren. Im Laufe der Zeit wird die Glasfaser ihren Siegeszug fortsetzen. Die Konvergenz der Netze und auch Voice-over-xyz-Techniken werden dies

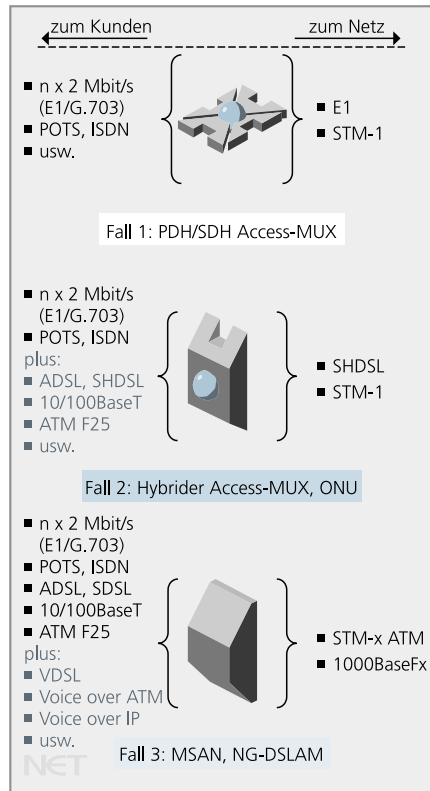


Bild 1: Die Unterschiede der Access-Multiplexer-Familien im Überblick

res Geld. Beauftragt man heute einen DSL-Anschluß, bekommt man allerdings u.U. eine beachtliche Anzahl von kleinen Boxen zugeschickt: einen Splitter zur Trennung des Sprach-Daten-Spektrums, einen NT als Netzanschluß für ADSL, einen NTBA für die Terminierung der ISDN-Strecke und optional eine Nebenstellenanlage für ISDN, eventuell noch einen kleinen Router für das LAN usw.

„Voice over Stacheldraht“

Wäre es nicht schön, man hätte nur eine einzige Box, aus der alle Dienste in gewohnter Qualität „herauspurzeln“? Man hätte als Endverbraucher weniger Kabelsalat und als Netzbetreiber weniger Ärger an der Telefonhotline. Um wenigstens Sprache und Daten in einer Box zu konsolidieren, wurden Verfahren entwickelt, Sprache über ATM und IP zu übertragen. Bei Voice over DSL (VoDSL) wird die Sprache innerhalb des Datenstroms

fördern, da die Netzabschlüsse der Glasfaser nicht zwingend intelligent und somit teuer sein müssen. Zusätzlich werden sich natürlich nach und nach Mengeneffekte in der Preispolitik niederschlagen. Ein stärkerer Treiber für den Trend zu Fiber to the Home (FTTH) ist jedoch *der* bandbreitenhungrige Dienst schlechthin, nämlich das Fernsehen. Stünde hier eine, wie der Glasfaser inhärente, nahezu unbegrenzte Bandbreite zur Verfügung, wären neue aufregende Dienste und somit auch neue Einnahmequellen für Netzbetreiber realisierbar. In diesem Fall ist die Situation im Festnetz wieder der UMTS-Vermarktung ähnlich, denn hier müßte zunächst der Bedarf des Endverbrauchers geweckt werden, da er ja eigentlich schon einen Fernsehanschluß über Kabel-TV oder Satellit hat.

Migration der Netztechnik

Wie erwähnt, wird das Datenaufkommen der paket- oder zellorientierten Informationen weiterhin wachsen, das der klassischen TDM-Dienste sich dagegen verringern. Das bedeutet im Umkehrschluß nicht, daß man schon heute die bewährte Systemtechnik im öffentlichen Netz verschrotten müßte. Zur besseren Unterscheidung läßt sich das an drei Fallbeispielen darstellen (Bild 1):

Variante 1: Die gute alte Welt

Sie besteht aus PDH/SDH-Netzelementen ohne Upgrade-Möglichkeit zu statistischen Multiplex-Eigenschaften (z.B. 2-Mbit-PDH-Crossconnects, DLCs usw.).

Solche Systeme erscheinen schon etwas angestaubt. Trotzdem kann es auch in Zukunft durchaus noch technisch und ökonomisch sinnvolle Applikationen für TDM-only-Netzelemente geben. Hier sind es typischerweise zeitkritische Anwendungen, die Echtzeitanforderungen benötigen (z.B. taktsynchrone Nebenstellenanlagen usw.). Will man Dienste, die mit solchen Netzelementen realisiert werden, in Next Generation Networks integrieren, so bieten sich Channel Circuit Emulation Services (CES) an, die einen transparenten, leitungsvermit-

telnden Kanal emulieren. Der Kunde dieses Dienstes erhält somit eine virtuelle Punkt-zu-Punkt-Verbindung und sollte deshalb keinen Unterschied zu der klassischen Netzrealisierung feststellen können. Der CES-Mechanismus wird meistens für 2M-Festverbindungen verwendet, die in größeren Mengen auftreten und z.B. mit STM-1ch (ch = channelized) im Netz transportiert werden können. Einige NGN-Systeme für Zugangsnetze, die unter das später erläuterte Fallbeispiel 3 fallen würden, sehen diese Varianten meist ebenso vor.

Variante 2: Best of both Worlds

Sie ist gekennzeichnet durch hybride Netzelemente mit Upgrade-Optionen zur breitbandigen Datentechnik (z.B. ONUs).

Systemtechnik, die unter diese Variante fällt, hat heute die besten technischen Voraussetzungen. Diese Systeme sind oft SDH-basiert, das heißt, die Netzelemente werden über SDH-Technik vernetzt und arbeiten intern mit virtuellen Containern (VC12, VC3, VC4). Innerhalb des SDH-Framings werden dann einzelne Virtual Container (VC) entweder für Sprachdienste (n x 64 kbit/s) oder für paket- bzw. zellorientierte Datendienste reserviert. Der Netzbetreiber kann hier auf bereits vorhandene und (wichtig!) bereits bezahlte Netztechnik (wie SDH-Multiplexer, ISDN-NTBAS oder Primärmultiplexer – PMX) zurückgreifen. Manche dieser Systeme sind sogar in der Lage, eine Vielzahl neuer Dienste wie VoDSL oder FTTH-Konzepte zu realisieren (z.B. Deep Fiber DMP – Distributed Multiservice Platform).

Variante 3: Wäscht weißer als weiß

Dies sind echte Breitbandssysteme der nächsten Generation (z.B. NG-DSLAMs, MSANs).

Die Systemtechnik dieser Variante, auch Multi-Service Access Node (MSAN) oder Access Hub (AXH) genannt (Bild 2), hat natürlich den Charme des Neuen und verspricht besser, schneller und teilweise sogar kostengünstiger als die Varianten 1 und 2 zu sein. Der Einsatz eines MSANs ist für Netzbetreiber, die bereits auf Variante 1 oder 2 zurückgreifen können, in der Regel in Greenfield-Situationen (d.h. bei der Erschließung von Neubaugebieten oder neuer Kollokationsräume) sinnvoll. Das Abbauen existierender und laufender Netztechnik ist in Zeiten des Sparzwanges keine echte Option. Was ist hier der wesentliche Unterschied, und warum ist ein MSAN moderner?

- Erfüllung der Anforderungen von

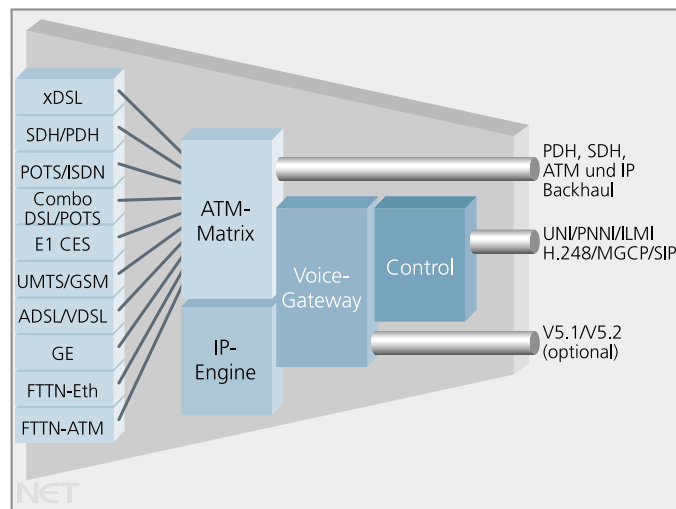


Bild 2: Typische Architektur eines Multi-Service-Access-Netzknottens (GE – Gigabit Ethernet; FTTN – Fiber to the Neighborhood)

morgen, wie extrem hohe Portdichten mit hoher Bandbreite, Voice-over-IP-Support usw. Hiermit lassen sich selbst bei hohen Teilnehmerzuwachsrate noch freie Ressourcen im Zugang schaffen.

- Realisierung von Diensten, die man aus der alten Welt kennt (2-Mbit/s-ISDN, Frame Relay usw.). Somit ist eine kostengünstigere Abwärtskompatibilität gewährleistet.
- Ein MSAN ist aufgrund des hohen Integrationsgrades auf die Kosten pro Teilnehmer optimiert, d.h. deutlich günstiger als Variante 1 und 2.
- MSANs sind „eierlegende Wollmilchsäue“, das heißt, wo man früher drei und mehr Boxen benötigte, braucht man heute nur

noch eine. Dies spart Platz in den ohnehin engen Kollokationsräumen, und man kommt mit einem einzigen Feeder-Netz aus.

- Bezogen auf die Telefonie kann ein MSAN sowohl die klassische Welt bedienen (d.h. POTS- oder ISDN-Anschlüsse aggregieren) als auch in der Rolle eines VoIP-Media-Gateways in ein Softswitch-System integriert werden.
- Die Multimediaplattform: Viele Netzbetreiber haben sich inzwischen für die Realisierung von Triple Play (Sprache, Daten und Video) in unterschiedlichen Ausprägungen entschieden. Ein MSAN ist durch die Abdeckung aller gängigen Zugangstechniken als einziges Netzelement in der Lage, diese Applikation zu erfüllen.

der DSL-Teilnehmer terminiert und mittels Radius-Client eine Administration zuläßt. Ein separater oder zusätzlicher BRAS könnte somit entfallen.

In einem „ultimativen“ NGN-Zugangsnetz würde die Schmalbandwelt lediglich eine untergeordnete Rolle spielen und nur noch für exotische Dienste genutzt werden. Der wesentlichste Unterschied zur Struktur in Bild 3 ist hier die Ablösung des klassischen 64-kbit/s-Switches durch einen sogenannten Softswitch, der die Telefonieendgeräte beim Teilnehmer, Media Gateways und IADs über das Media Gateway Control Protocol (MGCP) steuert. Der Access Hub arbeitet als echter MSAN, der die klassischen POTS- und ISDN-Telefonanschlüsse in VoIP übersetzt und somit als integrier-

ONUs im Netz hat, kann man sich gestrost Zeit lassen, da die wesentlichen Dienste an und für sich bereits realisierbar sind. Auf Dauer gesehen ist diese Option aber durch höhere Betriebskosten und höhere Belastung der Netzressourcen doch teurer als ein echter NGN-Ansatz. Deshalb empfiehlt sich irgendwann ein Umstieg. Auch die Auswirkungen auf das Feeder-Netz sind nicht marginal, da z.B. bei Triple-Play-fähigen Access-Netzknoten das Feeder-Netz wissen muß, wie es die drei Dienstgruppen qualifiziert. Sprachdaten müssen priorisiert übertragen werden, andere Daten nicht unbedingt. Videodienste sind zwar „nice to have“, aber woher die Inhalte nehmen bzw. lohnt der Aufwand, immer die neuesten Hollywood-Streifen anzubieten?

Migrationswege zu Variante 3

Wie kann nun eine Migration hin zur „schönen neuen Welt“ der Variante 3 aussehen?

Heute werden vielerorts Sprache und Breitbanddaten noch in zwei unterschiedlichen Netzwelten übertragen. Ein Access Hub arbeitet in der Breitbandwelt als DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) und als Aggregator in der zweiten Netzebene, wodurch eine weitere Verkehrskonzentration erreicht wird. Durch IGMP-gesteuertes (Internet Group Management Protocol) ATM-Multicasting kann digitales Fernsehen über herkömmliches DSL realisiert werden.

Bild 3 zeigt nun eine Möglichkeit der Migration. Hier wird der Access Hub mit zusätzlichen Funktionen aufgerüstet und übernimmt als Next-Generation-DSLAM auch klassische Telefoniefunktionen der Schmalbandwelt, nur mit deutlich höheren Teilnehmerdichten, als die klassische Technik das je könnte. Die TDM-Ortsvermittlungsstelle (OVst) kann unverändert weiter genutzt werden, das heißt, die Sprache wird traditionell über 64-kbit/s-Kanäle übertragen, allerdings im selben Netz wie die DSL-Breitbanddaten. Der Access Hub Aggregator kann zusätzlich mit BRAS-Intelligenz (Broadband Remote Access Switch) ausgestattet werden, so daß er PPP-Sessions

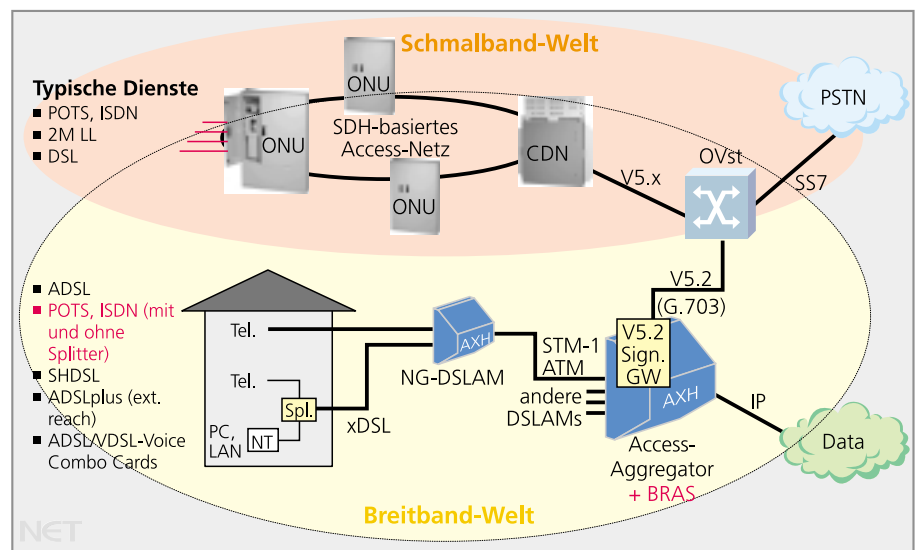


Bild 3: Darstellung der ersten Stufe einer möglichen Umwandlung zum Multiservicenet (CDN – Central Distribution Node; SS7 – Signalisierungsprotokoll Nr. 7)

tes Media Gateway agiert. Der Access Hub Aggregator wird ebenso in das Softswitch-System eingebunden. Er integriert die Schmalbandwelt in eine VoIP-Umgebung. Alle netzinternen Schnittstellen nutzen IP, die Übertragungsqualität wird mittels MPLS oder NG-SDH sichergestellt, um den Carrier-Class-Anspruch zu erfüllen.

Fazit

Der Zeitpunkt, wann man als Netzbetreiber NGN-Komponenten in sein Netz nimmt, ist je nach Ausgangssituation unterschiedlich. Ein einfaches Beispiel: Wenn man bereits moderne

Sollte ich nicht sowieso einen Softswitch bereits heute im Netz haben, damit im Fall einer Abkündigung des jetzigen Lieferanten eine Ausweichmöglichkeit besteht?

Früher oder später stellt sich die Frage nach einer Migration jedoch nicht mehr – der Markt wird sie fordern. Bereits jetzt fangen die ersten Betreiber an, Video über DSL und z.T. kostenlose IP-Telefonie anzubieten. Die Entscheidung, diesen Weg zu beschreiten, sollte – auch hinsichtlich des Zeitpunktes – wohl überlegt sein, da sie nicht nur den Ersatz eines Multiplexers bedeutet, sondern weitere Investitionen erforderlich macht. (we)