

Zeitschrift: Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

Herausgeber: Swisscom

Band: 81 (2003)

Heft: 11

Artikel: Die Zukunft heutiger Breitbandnetze

Autor: Diederichs, Jörg

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876705>

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: 13.04.2026

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

ADSL2/ADSL2+

Die Zukunft heutiger Breitbandnetze

Nicht alles, was die Zukunft bringt, ist heute noch völlig ungewiss. Im Bereich der Breitbandnetze beispielsweise sind etliche eindeutige und stabile Trends zu verzeichnen, die einen verlässlichen Hintergrund für Investitionen abgeben. Auf der Basis der DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer)-Konzepte erleichtern «Stinger» und «AnyMedia» die Einführung neuer Dienste im Breitbandbereich.

Die aktuellen und mittelfristigen Wachstumsraten im Bereich der installierten DSL-Anschlüsse (Digital Subscriber Line) sind hoch. Diesen Trend beobachtet Lucent nicht nur bei seinen Kunden, das geht auch aus ein-

effekte erwartet die Fachwelt auf Grund der Weiterentwicklung der High-Speed-Anschlusstechnologien sowie neuer und weiterentwickelter Algorithmen zur Datenkodierung und -komprimierung – und damit von neuen Diensten wie Video-on-Demand und TV-Broadcast-over-DSL.

Studien zur ARPU-Evolution zeigen ein deutliches weiteres Wachstum für multimediale Dienste bei gleichzeitiger Konsolidierung in den Bereichen Sprache und Internet. Auslöser ist nicht zuletzt ADSL2+, der Nachfolger des bisherigen ADSL-Standards. ADSL2+ ist bereits eine Art Eintrittskarte zu multimedialen Heimkonzepten.

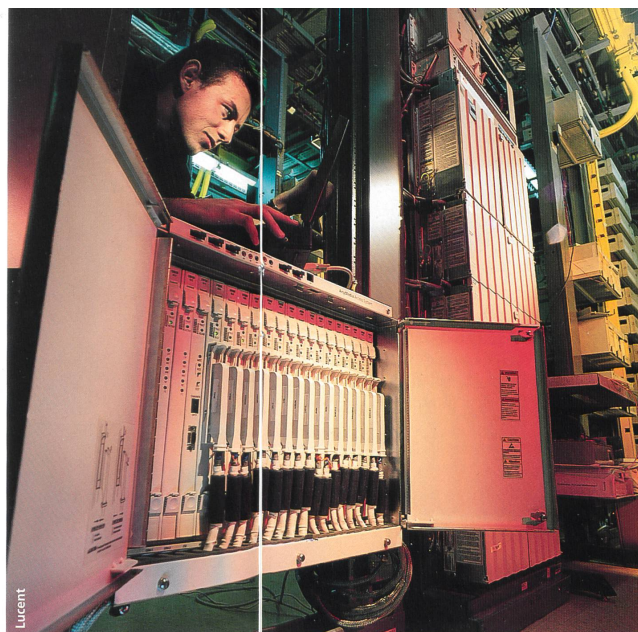
Das Media-Center für den Heimbereich, das heisst die gleichzeitige Bereitstellung von Video-, TV-, Audio- und Telefondiensten sowie von sicheren Internet-Anwendungen bis hin zu LAN-to-LAN-Gaming ist keine Vision mehr.

Erhöhung der Effizienz

In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, dass viele namhafte Hersteller (beispielsweise von Set-Top-Boxen und Video-on-Demand-Servern) Lucent eingeschaltet haben bzw. einschalten werden, um auf der Basis der DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer)-Konzepte «Stinger» und «AnyMedia» ihre End-to-End-Videoarchitekturen zu definieren und zu adaptieren. Der Grund dafür liegt nicht nur darin, dass «Stinger» und «AnyMedia» für neue Dienste ausgerichtet sind, sondern auch in der Tatsache, dass diese Plattform auch symmetrische DSL-Dienste abdeckt.

«Stinger» und «AnyMedia» überzeugen auch durch ein einfaches Provisioning,

Das AnyMedia-System von Lucent macht den Netzzugang mit xDSL-Techniken breitbandig.



durch ein zentrales Netzmanagement, durch Einschubkarten von höchster Portdichte und Verfügbarkeit, durch ausgesprochen niedrige Cost-of-Ownership und durch eine hohe Flexibilität, was den Rollout beim Netzbetreiber angeht. Die variantenreichen Anbindungsmöglichkeiten (inklusive Gigabit-Ethernet-Schnittstellen) tragen zudem dazu bei, dass der «Stinger»- bzw. «AnyMedia»-Anwender die Effizienz seiner Zuführungs- und Backbone-Netze deutlich erhöhen kann. «Stinger» und «AnyMedia» erleichtern die Einführung neuer Dienste im Breitbandbereich nicht nur in technischer Hinsicht, sondern auch, was eine profitable Segmentierung der Märkte und das Einrichten von Kooperationen beispielsweise mit Medienunternehmen betrifft. Durch neue Dienste und interessante Kooperationen verschafft sich der Netzbetreiber die Alleinstellungsmerkmale, die ihm in einem wettbewerbsintensiven Markt die Existenz sichern.

Architektur von «Stinger» und «AnyMedia»

Lucent hat bei der Entwicklung von «Stinger» und «AnyMedia» von Anfang an darauf geachtet, dass auch zukünftige DSL-Technologien in Form einer neuen DSL-Einschubkarte, also ohne Austausch des Baugruppenträgers realisiert werden können.

«AnyMedia»-Architektur

«AnyMedia» kombiniert die Sprach- und Datenwelt Platz sparend und kostengünstig in einem Baugruppenträger – attraktiv insbesondere für Netzbetreiber, die beide Dienste anbieten wollen, zumal sie damit viel Flexibilität gewinnen. Zwei Bussysteme im «AnyMedia» stellen die Kombination aus Sprach- und Datenwelt her: ein Bus für ATM-basierende Datendienste und ein blockadefreier PCM-Highway für TDM-basierende Sprachdienste. Jede Einschubkarte, für die Sprach- und die Datendienste, passt in jeden der dreizehn Einschub-Slots und greift auf «ihren» Bus zu. Hingewiesen sei hier noch auf die aussergewöhnliche Möglichkeit, am «AnyMedia» eine abgesetzte Einheit mit den gleichen Funktionalitäten und Diensten wie das «AnyMedia» selbst zu betreiben. «AnyMedia» erlaubt bereits heute die Realisierung nachfolgender Services in einem gemeinsamen Baugruppenträger: ISDN-BRA, ISDN-PRI, POTS (Plain Old Telephone Service), ADSL-over-POTS, ADSL-over-ISDN, SHDSL-ATM, SHDSL-TDM, HDSL und VDSL.

«Stinger»-Architektur

«Stinger» findet das besondere Interesse vor allem derjenigen Netzbetreiber, denen bereits heute eine Sprachinfrastruktur zur Verfügung steht. Zurückzuführen ist dies auf seine Architektur, die sich durch un-

übertroffene Portdichte, Flexibilität, Redundanz und Zuverlässigkeit auszeichnet. Die Portdichte beläuft sich auf bis zu 1008 ADSL-Ports pro Baugruppenträger beziehungsweise 3024 Ports pro Rack. Jeder der vierzehn Einschubslots kann je eine DSL-Einschubkarte für die unterschiedlichsten DSL-Dienste aufnehmen. Somit lassen sich verschiedene DSL-Services in einem Baugruppenträger realisieren. Die vom «Stinger» gebotene n:1-Redundanz ist als vorbildlich anzusehen. Sie schafft die Grundlage, um das gesamte System nahezu ausfallsicher betreiben zu können. Erreicht wird sie dadurch, dass der Nutzer automatisch auf eine als Redundanz deklarierte DSL-Einschubkarte umgeschaltet wird, sobald eine DSL-Einschubkarte ausfällt. «Stinger» erlaubt bereits heute die Realisierung nachfolgender Services in einem gemeinsamen Baugruppenträger: ADSL-over-POTS, ADSL2+-over-POTS «ready», ADSL-over-ISDN, ISDN, SDSL (2B1Q), SHDSL-ATM, HDSL2 und VDSL.

ADSL-Spotlight

ADSL wurde vor rund vier Jahren eingeführt und ist seit einiger Zeit auch beim Privatkunden «angekommen». Möglich wurde dies auch und vor allem, weil die Telefonie nur einen kleinen Frequenzbereich der Kupferdoppelader beansprucht. Indem ADSL den restlichen zur Verfügung stehenden Frequenzbereich nutzt, erschliesst es dem Privatkunden «High Speed Internet Access», ohne dass in die Teilnehmeranschlussleitung («Letzte Meile») neu investiert werden müsste. Die Höhe der erreichten ADSL-Übertragungsraten hängt davon ab, welche Struktur das Netz des Betreibers und welche Güte die jeweilige Kupferdoppelader aufweisen. Die Güte der Kupferdoppelader ergibt sich aus der Länge und den Eigenschaften des Kupferkabels. Jedes Kupferkabel hat den kupfer-spezifischen Widerstand. Dieser bewirkt, dass die Leistung eines Ausgangssignals geringer ist als die Leistung des Eingangssignals, denn die Leistung des Signals geht mit wachsender Länge des Kupferkabels zurück. Es gilt also die Faustformel: Je länger das Kupferkabel vom Netz zum Kunden, desto geringer die mögliche Übertragungsrate und umgekehrt. Leistungsmindernd wirken darüber hinaus Störeinstrahlungen (AM-Rundfunk) und das aus der analogen Telefonie bekannte Übersprechen (gleichzeitiges, meist leises Mithören eines anderen Telefonats).

Die ADSL-Verfahren

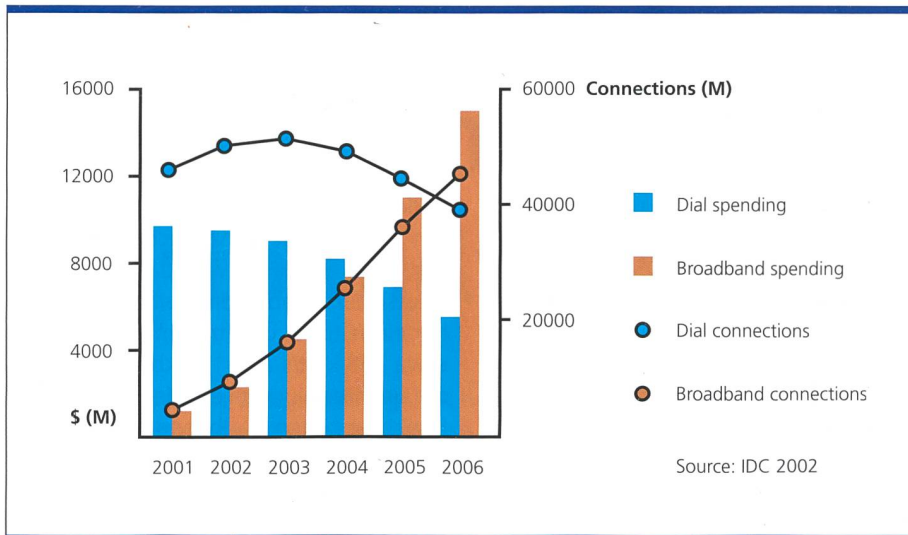
Das derzeit eingesetzte ADSL-over-POTS lässt im besten Fall Übertragungsraten vom Netz zum Kunden (Downstream) von bis zu 9 Mbit/s und vom Kunden ins Netz (Upstream) von bis zu 800 kbit/s zu. In der Praxis liegen die Übertragungsraten jedoch wegen unzureichender Güte der «Letzten Meile» weit darunter. In Deutschland haben die Netzbetreiber daher einheitliche Übertragungsraten (so etwa 768 kbit/s und 128 kbit/s) definiert, die sie ihren Kunden auf der «Letzten Meile» anbieten. Sie haben auch die Wirtschaftlichkeit im Auge behalten: Für ADSL-Interessenten, die in abgelegenen Regionen wohnen und daher vom Backbone-Netz relativ weit entfernt sind, haben sie so genannte «Light»-Angebote entwickelt, die niedrigere Übertragungsraten vorsehen.

ADSL2 und ADSL2+

Der neue Standard ADSL2-over-POTS, im allgemeinen Sprachgebrauch als ADSL2 bezeichnet, gilt als Nachfolger des heute eingesetzten ADSL-over-POTS. ADSL2-over-ISDN ist eine Sache für sich und wird erst später standardisiert werden. Mit ADSL2 wird der Radius der «Letzten Meile» – gleich hohe Übertragungsrate unterstellt – um rund einen halben Kilometer vergrößert; bei gleichbleibendem Radius erhöht sich die Übertragungsrate um bis zu 50 kbit/s. Zweifellos werden sich diese Zahlen in einer Erhöhung der Anzahl der potenziellen ADSL-Anwender niederschlagen. Dies wird jedoch nicht in dem Umfang der Fall sein, wie es sich die Netzbetreiber wünschen müssen. Die Konsequenz aus dieser Erkenntnis heisst ADSL+. Dieser Standard, im allgemeinen Sprachgebrauch als ADSL2+ bezeichnet, baut auf ADSL2 auf. Mit ihm ist es möglich, die Übertragungsraten bei konstantem Radius der «Letzten Meile» nahezu zu verdoppeln. Umgekehrt – bei gleicher Übertragungsrate – verdoppelt sich nahezu der Radius der «Letzten Meile». Fachleute erwarten, dass ADSL2+ die Anzahl potenzieller Kunden um mindestens 25% erhöhen und den Kreis derer, die nur «light» bedient werden können, entsprechend verkleinern wird.

«Stinger» und «AnyMedia» – ready for ADSL2+?

Die Lucent-Systeme «Stinger» und «AnyMedia» sind für ADSL2+ gerüstet. Die auf Zukunftstauglichkeit ausgelegte Architektur von «Stinger» und «AnyMe-



Entwicklung der Wachstumsrate im Bereich der installierten Breitbandanschlüsse in Westeuropa.

dia» macht es möglich, dass so gut wie jeder neue DSL-Standard – eben auch ADSL2+ – in Form einer neuen Einschubkarte in den Baugruppenträger eingeschoben und genutzt werden kann. Netzbetreiber, die «Stinger» und/oder «AnyMedia» bereits heute einsetzen, können sich über ihre Investitionen in die Zukunft freuen. Sie werden dabei sicher auch an diejenigen Netzbetreiber denken, die für die Einführung von ADSL2+ jede Menge Investitionen in neue Baugruppenträger und Racks und in die Installationsfläche tätigen müssen. Lucent Technologies hatte bereits zur CeBIT 2003 für den «Stinger» eine ADSL2+-fähige Einschubkarte mit 72 Ports vorgestellt und damit unter den Netzbetreiber-ausstattern eine Pionierrolle eingenommen. Ein Software-Update wird diese Karte nach der Ratifizierung des Standards vollständig standardkompatibel machen. In der Zeit bis dahin unterstützt die Karte ADSL-over-POTS. Als DSL-Modem für Endanwender steht nach der Ratifizierung des Standards das Lucent-Produkt «CellPipe 23A-GX» zur Verfügung. Es unterstützt bereits heute IP-Multicast für zukünftige Anwendungen und verfügt neben einem Ethernet- auch über einen USB-Port. Für «AnyMedia» ist ebenfalls eine 32-Ports-Einschubkarte in Planung.

ADSL2 – technisch gesehen

Die konsequente Weiterentwicklung des bisherigen ADSL-over-POTS zu ADSL2-over-POTS führte zur Verbesserung folgender Funktionen:

Modulation

ADSL2 verwendet eine effizientere vierdimensionale, 16-stufige, trelliskodierte und 1-Bit-QAM (Quadratur-Amplituden-Modulation). Hierdurch verbessert sich sowohl das Signal-Rausch-Verhältnis als auch die Regeneration des Ausgangssignals beim Empfänger – und das bei höherer Reichweite.

Overhead

Der Overhead pro Frame ist bei ADSL2 von 4 kbit/s bis zu 32 kbit/s programmierbar, wodurch auch bei langen Distanzen der «Letzen Meile» die Datenrate weiter erhöht werden kann. Beim klassischen ADSL-over-POTS waren für den Overhead pauschal 25% reserviert, die je nach Übertragungsrate zugewiesen werden konnten. Auf Grund des nun programmierbaren Overheads wird eine zusätzliche Menge an Datenrate verfügbar, die für die Übertragung von Nutzdaten bereitsteht.

Fehlerkorrektur

ADSL2 verwendet den «Reed-Solomon Code», der als Fehlererkennungs- und -korrektursystem leistungsfähiger ist als das bisherige Verfahren.

Energieersparnis

Der Signalpegel zwischen Sender und Empfänger ist jetzt dynamisch anpassbar, das heisst gesendet beziehungsweise empfangen wird nur, wenn Daten auch wirklich übertragen werden. Diese Energieersparnis bedeutet zum einen, dass die Systemabwärme zurückgeht und da-

mit mehr Ports pro Rack installiert werden können. Zum anderen verringern sich die Störungen, was wiederum die Koexistenz mit anderen Techniken im Netz fördert.

Line-Bonding

Erstmals ist das Zusammenschalten mehrerer ADSL2-Leitungen zu einer gemeinsamen Leitung möglich. Der Netzbetreiber kann also wahlweise die Übertragungsrate oder – bei gleichbleibender Übertragungsrate – die Reichweite erhöhen.

Herstellerübergreifende Interoperabilität

Klare Normen stellen sicher, dass sich die Interoperabilität zwischen Systemen unterschiedlicher Hersteller bei ADSL2 wesentlich einfacher als bisher erzielen lässt.

Diagnosemethoden

Nicht nur zum Zweck einer Qualitätssteigerung, sondern auch zur Diagnose der Servicekräfte überwacht ADSL2 ständig neben der Netz-Performance auch die Güte der Teilnehmeranschlussleitung und der Signal-to-Noise-Ratio, und zwar «E2E» (End-to-End).

Ratenadaptivität

ADSL2, ausgestattet mit SRA (Seamless Rate Adaption), kann im laufenden Betrieb die Güte der einzelnen Kanäle erkennen und bei Bedarf Kanäle dynamisch zu- oder abschalten.

Voice-over-DSL

Bisher zahlte sich Voice-over-DSL (VoDSL) nur für Geschäftskunden bei mehreren POTS- oder ISDN-Kanälen aus. Mit ADSL2 kann jeder Übertragungskanal einem Ausgang am ADSL2-Modem und damit einem Service zugewiesen werden. Hierdurch ist es möglich, selbst 64-kbit/s-ISDN-Kanäle transparent zu übertragen.

Fast Synchronisation

Die Synchronisation zwischen dem DSLAM und dem ADSL2-Modem des Kunden dauert nun weniger als drei Sekunden. Bei ADSL musste man noch bis zu 60 s warten.

Abwärtskompatibilität zu ADSL G.992.1 (G.dmt)

ADSL2+ ist uneingeschränkt abwärtskompatibel zum gegenwärtigen Stan-

dard ADSL-over-POTS. ADSL-over-POTS-basierende DSL-Modems operieren auch an einer ADSL2+-over-POTS-DSL-Einschubkarte.

ITU-Ratifizierung

ADSL+ setzt ADSL2 voraus und wird im Sprachgebrauch als ADSL2+ bezeichnet. Das von ADSL2+ für den Downstream verwendete Frequenzspektrum reicht von 0,14 bis 2,2 MHz, ist also doppelt so gross wie das von ADSL2 benutzte. Somit kann der Netzbetreiber die Übertragungsrate, auch «Loop Reach» genannt, verdoppeln. 6

Jörg Diederichs, Director Business Development INS EMEA, Lucent Technologies, E-Mail: jdiederichs@lucent.com

Summary

The Future of today's Broadband Networks

Not everything that the future holds in store is still completely unknown today. In the area of broadband networks, for example, there are several clear-cut trends to be observed that provide a reliable background for investment. The current and medium-term growth rates in the field of installed DSL connections are high. There are various reasons for this growth. One of them is the increase in broadband access projects. Another important factor is the huge take-up in ADSL accesses (Asymmetric Digital Subscriber Line) among residential customers. The new ADSL2-over-POTS standard, commonly known as ADSL2, is taking over from today's ADSL-over-POTS. ADSL2 enables the radius of the last mile to be increased by around half a kilometre at a constant transmission rate; where the radius remains constant, the transmission rate is increased by up to 50 kbit/s. Market studies are forecasting that the number of installed broadband accesses in Western Europe will increase from today's eight million to around 31 million in the year 2005.

Elektroingenieure in den USA

Das mittlere jährliche Einkommen eines amerikanischen Elektro- und Elektronikingenieurs stieg nach einer Umfrage des Institute of Electrical and Electronics Engineers erstmals auf mehr als 100 000 US-\$ pro Jahr. Dazu kommen noch eventuelle «Stock Options», also Ansprüche auf Aktien des eigenen Unternehmens. Das errechnete mittlere Jahreseinkommen liegt bei 101 000 US-\$. Vor zehn Jahren waren es erst 58 000 US-\$. Wer meint, das wäre nur Inflation, der täuscht sich: Setzt man für das Jahr 2000 den Nominalbetrag (damals 93 100 US-\$) als Ausgangspunkt, dann beträgt das inflationsbereinigte Einkommen des Jahres 2002 immerhin 96 700 US-\$. Rechnet man die bereinigten Zahlen bis zum Jahr 1992 zurück, dann ergab sich nach heutiger Kaufkraft damals ein Jahreseinkommen von 71 200 US-\$ – deutlich mehr als der nominale Betrag von 58 100 US-\$. Die von der Zeitschrift «IEEE Spectrum» vorab in Auszügen veröffentlichte Gehaltsanalyse bringt noch weitere Informationen an den Tag: Japanische Elektroingenieure verdienten 2002 knapp 63 000 US-\$.

In Südostasien hingegen wurden nur 13 300 US-\$ gezahlt: Man versteht, warum viele Firmen dort Zweigniederlassungen gründen, die über Vertriebsstützpunkte hinausgehen.

Informationen zum Thema im «IEEE Spectrum», Juni 2003, S. 46, Information zur später erscheinenden Gehaltsstudie unter <http://salary.ieeeusa.org>

Neue Schweizer GSM-Frequenzen ausgeschrieben

In der Schweiz werden zusätzliche GSM-Frequenzen ausgeschrieben. Jede der ausgeschrieben Konzessionen ist mit einer Bandbreite von 3,8 MHz (19 Kanäle) ausgestattet und kann durch Beantragung weiterer Frequenzblöcke zu je 1 MHz Bandbreite erweitert werden. Insgesamt stehen drei solche Zusatzblöcke zur Verfügung. Damit können bis zu drei Konzessionen mit einer Gesamtfrequenzausstattung von 15 MHz vergeben werden. Zum Vergleich: Die derzeitigen GSM-Betreiber Swisscom, Orange und Sunrise verfügen über je 25 MHz Frequenzen. Die Vergabe der Frequenzen erfolgt im Rahmen eines

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Kriterienwettbewerb, wobei das technische Konzept und die Umsetzung, der Einfluss auf die Marktbelegung und die Innovationskraft sowie die Glaubwürdigkeit als entscheidend gelten. Zudem müssen die Bewerber eine sichere Finanzierung nachweisen.

Info: Homepage: www.bakom.ch/de/medieninfo/medienmitteilungen/bakom/artikel/01032/index.html

CDMA in den USA verliert weiter an Boden

Jetzt hat auch das Joint Venture von Sony Ericsson die Lust verloren, noch weiter in den US-Mobiltelefonmarkt mit CDMA zu investieren: Man wird sich in Nordamerika aus diesem Geschäft zurückziehen und stattdessen den Ausbau von GSM und UMTS forcieren. Das aber geht nicht ohne Einschnitte und Konzentration: Man wird daher das Münchner Entwicklungszentrum schliessen und auch das Forschungszentrum im Research Triangle Park in North Carolina, USA. Insgesamt sind davon rund 500 Mitarbeiter betroffen.