

# Kommunikation in Bewegung : Messtechnik für (A)DSL

Autor(en): **Halbe, Lothar / Furrer, Alfred**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **81 (2003)**

Heft 5

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-876649>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zugangsnetze ADSL und SHDSL

Bild 1. Testerfamilie ARGUS.

# Kommunikation in Bewegung – Messtechnik für (A)DSL



**Was langsam wächst, wird kaum wahrgenommen. Diese Aussage gilt für viele Lebensbereiche. So zum Beispiel kannte der Normalbürger im Jahr 2001 kaum ADSL als Zugangstechnologie für das Internet. Bekannter war in vielen Regionen bereits der Zugang über das Kabelfernsehnetz, da die Betreiber sich frühzeitig um diesen speziellen Internet-Zugang zum Heimnetz öffentlich äusserten.**

**M**it PowerLine-Technologie, die es ermöglicht hätte, über das Niederspannungsversorgungsnetz Daten zum heimischen PC zu übertragen, kam eine weitere Technologie in das breitere Bewusstsein der potenziellen

---

LOTHAR HALBE UND ALFRED FURRER

---

Kunden. Obwohl grössere Energieversorgungsunternehmen Bereitschaft für gross angelegte Versuche zeigten, ist diese Technik inzwischen in Europa praktisch chancenlos. Für alle Zugangsnetze gilt aber die eine einheitliche Sicht des Kunden: Verfügbarkeit und günstigste Bedingungen dominieren die Akzeptanz gegenüber dem Betreiber.

## Zugangsmöglichkeiten

Während sich mit PowerLine die Anbieter selbst aus dem Access-Markt katapultiert haben, ist es um die Anbieter rund um den Kabel-TV-Zugang ruhiger geworden. Denn um eine qualitativ gute Leistung anzubieten, sind nicht nur im Ausrüstungsbereich, sondern auch in der Hausinstallation zusätzliche Investitionen notwendig (Auswechseln der gesamten TV-Verkabelung mit den Anschlussdo-

sen), bevor das Signal geliefert werden kann. Diese Erneuerung der Hausinstallation wurde notwendig, weil die Rückkanaltauglichkeit und somit die Einstrahlung der in der Lokation des Kunden befindlichen Geräte einen massgebenden Einfluss auf die Störungsfreiheit des Internet-Zugangs darstellt. Eine Erneuerung oder Anpassung der Installation beim Kunden ist aber auch bei ADSL notwendig. Aber sie bewirkt relativ geringe Startinvestitionen für den Kunden: Kaufen des ADSL-Modems und Anschliessen des PC oder Mac. Will der Kunde nicht nur einen PC ans Netz bringen, so kann er sich preiswerte und standardisierte Komponenten hinzukaufen und über Ethernet den Zugang zum Netz der Netze verschaffen. Sind die PCs in mehreren Räumen verteilt – was oft der Fall ist –, lässt man sich am besten durch eine Installationsfirma eine kleine universelle 100-Mbit/s-Verkabelung einbauen. Das Steckergesicht ist bereits bekannt: RJ45. ADSL kann also als Renner unter den Zugangstechnologien gekrönt werden, zweistellige Zuwachsraten in vielen Ländern Europas beweisen dies. Für die Telekom der verschiedenen Länder bedeutet dies eine gute Gelegenheit, ihr vergrabenes Kapital (Kupferanschlussleitung von der Zentrale bis zum

Teilnehmer) besser auszunutzen. Kosten fallen im Wesentlichen nur noch für die Ausrüstungen (DSLAM) in der Zentrale an. Mit Mehrwertdiensten kann dann versucht werden, die Gebührenaufschläge für Telefongespräche zu reduzieren.

## Messtechnik für die «Letzte Meile»

Im Festnetz der Telekommunikationsnetzbetreiber finden Kunden heute massgeschneiderte ISDN-Lösungen und ein breites Angebot von Mehrwertdiensten. Dank Digitalisierung und innovativen Breitbandtechnologien wird das Festnetz neben der Sprachübermittlung in der Übertragung unbegrenzt grosser Datenmengen auch in Zukunft unverzichtbar sein. So prognostizieren beispielsweise die Marktforscher von Frost & Sullivan in einer Studie aus dem Jahr 2002 einen Zuwachs der Breitband-Internet-Zugänge in Europa von derzeit 3,8 auf 28,1 Millionen im Jahr 2008, mit einem besonders deutlichen Zuwachs im Jahr 2003. Der Markt rund um DSL kommt in Bewegung.

Diese rasante Entwicklung erfordert auch von den Installateuren und Service-Technikern, sich mit der Vielzahl von Schnittstellen und Mehrwertdiensten auseinander zu setzen, denen sie bei der täglichen Arbeit begegnen. Zur Bewältigung dieser Aufgaben stellt sich die intec GmbH diesen Herausforderungen. Sie bietet mit den ARGUS-Messgeräten ein komplettes Programm an Testern, Analysen und Kombi-Testgeräten, die den Techniker bei Neuinstallationen und der Fehlersuche im Access-Netzwerk der «Letzten Meile» unterstützen (Bild1).

**ADSL-Varianten**

Mit der Einführung von ADSL (asymmetrischer digitaler Teilnehmeranschluss) ist es gelungen, eine enorme Kapazitätserweiterung der vorhandenen Strecken und Netze zu realisieren. Da man sich bei dieser Technologie auf die vorhandene Infrastruktur, also bereits verlegte Kupferleitungen stützt, können dem Kunden flächendeckend hohe Übertragungsraten zur Verfügung gestellt werden, ohne dass zeit- und kostenintensive Kabelbauarbeiten erforderlich sind.

Zu beachten sind jedoch die länderspezifischen Strukturen der Netze, die damit unterschiedliche Voraussetzungen zur Nutzung der Bandbreiten schaffen. Zum Beispiel ist in den DACH-Staaten (Deutschland, Österreich, Schweiz) und in den Benelux-Staaten neben dem analogen Telefonanschluss die Penetration von ISDN sehr weit fortgeschritten, wohingegen in Frankreich die meisten Haushalte mit analogen Anschlüssen ausgestattet sind (Bild 2). Aufgrund dieser unterschiedlichen Voraussetzungen wurden die ADSL-Standards an die spezifischen Strukturen angepasst, um den örtlichen Gegebenheiten zu entsprechen und Bandbreiten optimal auszunutzen.

Zunächst ist zu differenzieren, ob ADSL auf einen analogen oder einen digitalen ISDN-Anschluss aufgesetzt wird. Man bezeichnet diese Varianten dann als «ADSL over POTS»- (analog) oder «ADSL over ISDN»-Anschluss bzw. bezogen auf die einschlägigen Standards als Annex A oder Annex B. So findet man in Konsequenz in Frankreich lediglich ADSL nach Annex A, das heisst ADSL over POTS, sowie in Österreich und der Schweiz Annex A und Annex B parallel nebeneinander. Das bedeutet, je nachdem, ob der Kunde einen analogen oder digitalen Anschluss besitzt, wird die dazu passende ADSL-Variante aufgeschaltet. In Deutschland hingegen hat sich mittlerweile eine gesonderte Schnittstellenbeschreibung als einheitliche Normung durchgesetzt, die als UR-2 bezeichnet wird. Dieses Übertragungsverfahren wird sowohl bei analogen als auch bei digitalen Telefonanschlüssen angewendet (Bild 3).

**Flächendeckende Erschliessung von ADSL**

Die Anschlusslänge des Aderpaares von der Ortszentrale bis zum Abonnenten beträgt in der Schweiz im Durchschnitt rund 4500 m. Anhand dieses praktischen Richtwerts wurden Übertragungsraten

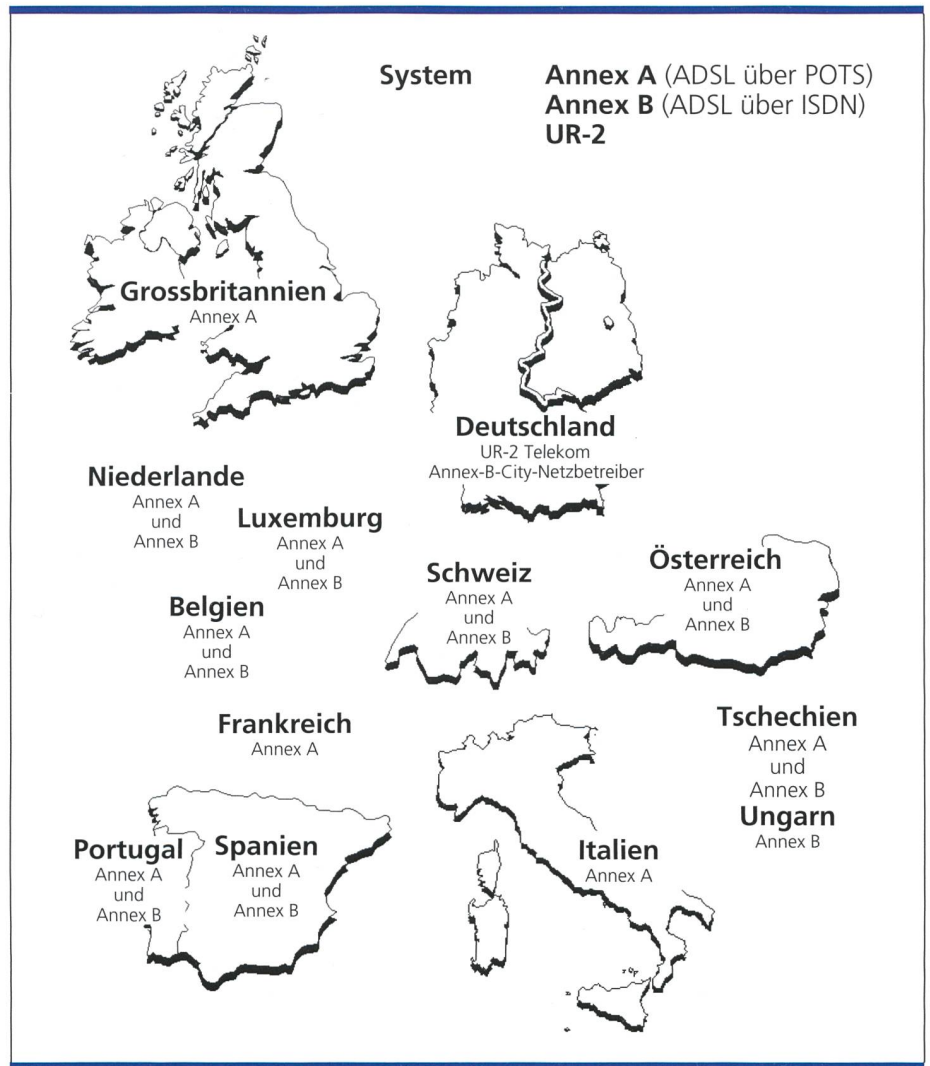


Bild 2. ADSL-Standards in Europa.

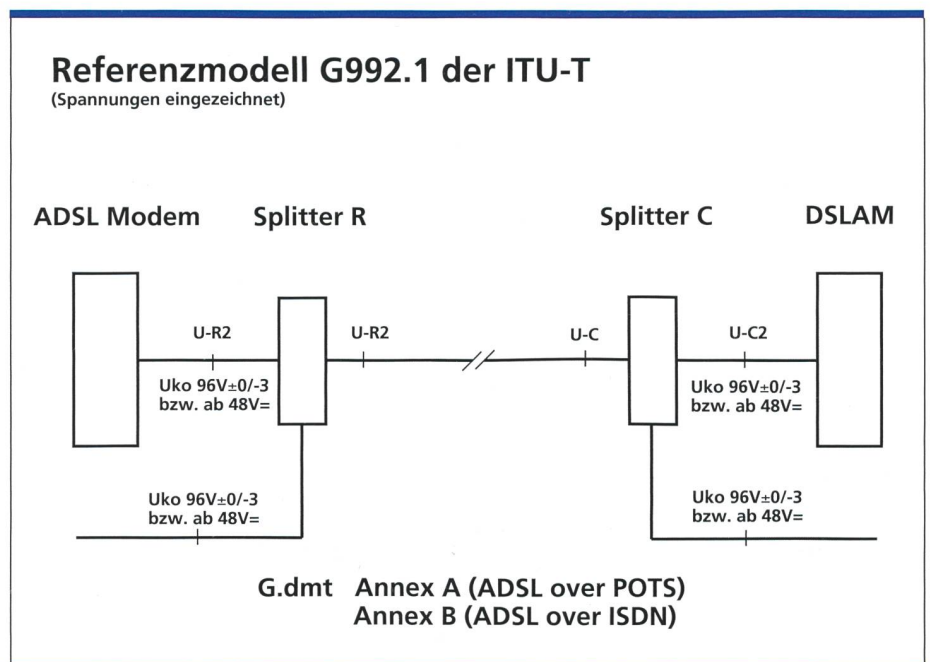


Bild 3. ADSL-Referenzmodell.

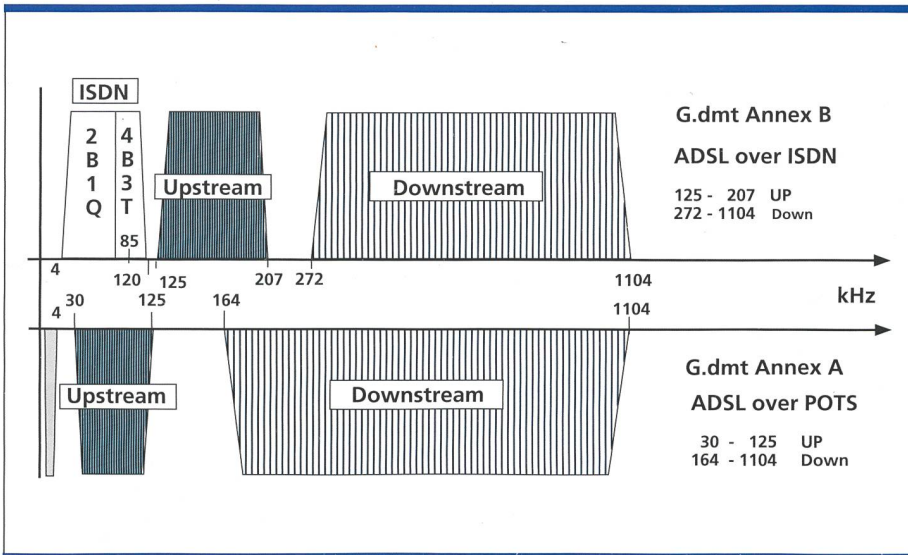


Bild 4. Frequenzspektrum von ADSL over POTS und ADSL over ISDN (POTS = Plain old Telephone Service: herkömmliches analoges Telefonnetz).

festgelegt, bei denen man davon ausgeht, dass sie eine wirtschaftlich flächendeckende Erschliessung erlauben, ohne dass zunächst grössere Einschränkungen bezüglich Störungen befürchtet werden. Steigt die ADSL-Penetrationsrate oder sind zum Kunden grössere Entfernungen zu überbrücken bzw. werden höhere Bandbreiten am Markt gefordert, so ist mit einer steigenden Anzahl von Störungsmöglichkeiten auf der Strecke zum Kunden zu rechnen. Dabei ist das Stammkabel von der Zentrale zum Verteiler im Wohnquartier zu nennen. Ab-

hängig von der Anzahl und Belegung der Kabeladern ist ein gewisses Summennebensprechen der anderen Dienste im Kabel vorhanden. Aber die mit ADSL-Diensten belegte Kabeladern stören sich dominanter als die anderen Dienste. Das bedeutet, dass die Anzahl der möglichen gleichzeitigen «ADSL-Adernpaare» in einem gewissen Mass beschränkt bleibt, da Störungen von gleichartigen Diensten zu erwarten sind. Ist das Kabel noch nicht voll belegt, so ist zu testen, ob die Belegung eines anderen Adernpaares unter Umständen die Störungs-

ursache beseitigt. Führt diese Massnahme nicht zum gewünschten Erfolg, dann muss eventuell ein zusätzliches Kabel gezogen werden.

Es ist wichtig, zu erkennen, dass nicht nur die Reichweite ein Problem darstellen kann, sondern auch die Anzahl der gleichzeitigen ADSL-Anschlüsse und der anderen im Kabel übertragenen Dienste.

### Technische Beschreibung ADSL

Da bei der Verwendung des ADSL-Übertragungsverfahrens die Leitung gleichzeitig sowohl für Sprachdienste als auch für die schnelle Datenübertragung genutzt wird, sind Massnahmen zur Reduzierung von gegenseitiger Beeinflussung der verschiedenen Dienste vorgesehen. Diese Voraussetzung wird durch das so genannte Frequenzgetrenntlageverfahren erfüllt, das heisst, der zur Verfügung stehende Frequenzbereich wird in einzelne Bandbreiten aufgeteilt und den jeweiligen Diensten zugeordnet. Dabei erfolgt die Sprachübertragung im unteren Frequenzbereich und die schnelle Datenübertragung im oberen Bereich. Der obere Bereich wird dann erneut aufgeteilt; in ein Frequenzband für das Senden (Upstream) und ein Frequenzband für das Empfangen (Downstream) von Daten (Bild 4). Definitionsgemäss beträgt die zur Verfügung stehende Bandbreite insgesamt 1,04 MHz. Die den jeweiligen Diensten zugeordneten Frequenzbereiche sind nun davon abhängig, ob ein analoger oder digitaler Anschluss (2B1Q- oder 4B3T-Uk0-Kodierung) bzw. welche ADSL-Variante vorliegt.

Innerhalb der zur Datenübertragung verwendeten Bandbreiten für Down- und Upstream erfolgt abermals eine Separierung in Bandbreiten als Vielfaches von 4,3125 kHz. Man bezeichnet die Trägerfrequenzen auch als Carrier oder Töne. Die Zuordnung der Töne für den Down- bzw. Upstream-Bereich erfolgt bei diesem so genannten Discrete-Multi-Tone-Verfahren (DMT) asymmetrisch. Dabei entspricht die Zuordnung der bei Internet-Anwendungen typischen Prozedur, das heisst zum Downloaden von Daten werden sehr grosse Bandbreiten reserviert, wohingegen für den Upload nur eine relativ geringe Bandbreite benötigt wird. Welche Bandbreite dem Kunden nun tatsächlich zur Verfügung steht, ist jedoch vom Angebot des Produktanbieters bzw. Netzbetreibers abhängig. Zu dessen Angebot zählen asymmetrische Down- und Upstream-Bitraten, die ein

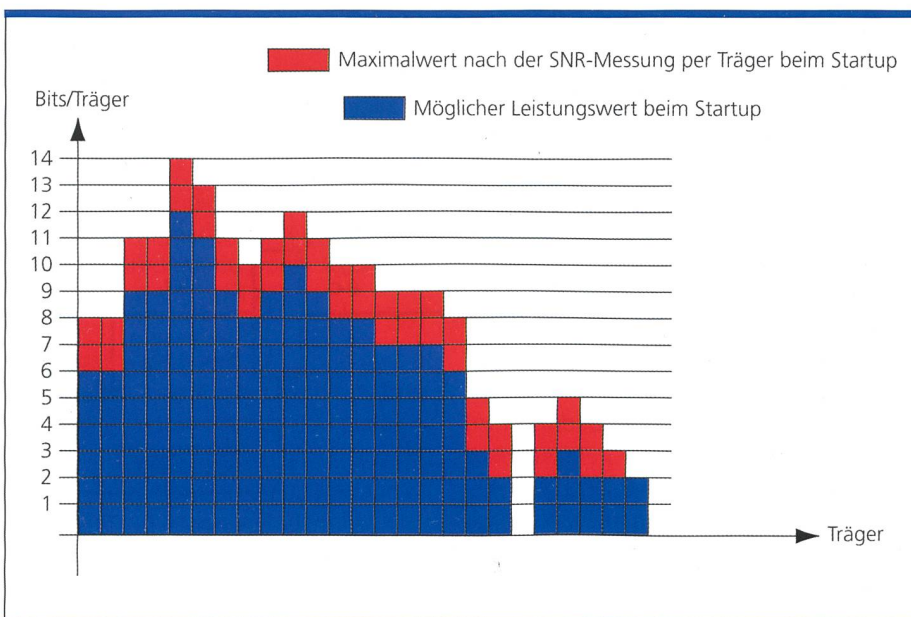


Bild 5. Bits pro Carrier.



Bild 6. Das Display zeigt die tatsächlichen genutzten Träger für Up- und Download.



Bild 7. All-in-One-Tester ARGUS 44.

ganzzahliges Vielfaches von 32 kbit darstellen (Bild 5). Für den Volksanschluss in der Schweiz gibt es hierzu zwei Abonnements, die Internet Service Provider anbieten: Broadway ADSL 256 kbit/s down, 64 kbit/s up und 512 kbit/s down, 128 kbit/s up.

#### Wozu Messtechnik?

Damit bei der Installation von ADSL eine Präqualifizierung des Teilnehmeranschlusses und weitere Funktionstests durchgeführt werden können, bietet Intec den Handheld-Tester ARGUS 44 an, der ohne zusätzliches Equipment direkt an die Kupfer-Doppelader angeschlossen werden kann. Als Ergebnis des Synchronisationsvorgangs mit der Gegenstelle in der Ortsvermittlung werden alle wichtigen Übertragungsdaten und physikalischen Werte des Anschlusses geliefert. Dies versetzt den Installateur in die Lage, eine professionelle Bewertung und Dokumentation bei der Übergabe an den Kunden zu liefern (Bild 6). Darüber hinaus bietet ARGUS 44 auch Unterstützung bei der Fehlersuche, sodass beispielsweise fehlerhafte Bereiche eingegrenzt bzw. defekte Modems oder Splitter detektiert werden können. Da zudem ADSL-Modems immer häufiger über den Grosshandel vermarktet werden, ist es eminent wichtig, mit Hilfe neutraler Messmittel Interoperabilitätsprobleme nachzuweisen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Tatsache, dass mit der Aufschaltung von ADSL immer Umverdrahtungsarbeiten durchgeführt werden, die unter Umständen Fehler beim Telefondienst bewirken. Diese können sowohl beim Netzbetreiber in der Konzentratordruckbaugruppe als auch beim Kunden bei

der Installation von Modems und Splintern auftreten. Hier wirkt sich die Universalität des ARGUS 44 als Kombitester vorteilhaft aus, der es erlaubt, per Softkeytasten unmittelbar von ADSL auf Analog- bzw. ISDN-Schnittstellen umzuschalten (Bild 7). Ein wichtiger Punkt ist noch zu erwähnen: Nach Inbetriebnahme des Anschlusses kann ein Abnahmeprotokoll des Anschlusses erstellt werden und entweder dem Kunden oder der Telekom überlassen werden. Im Fall der ARGUS-Geräte wird dies zusammen mit einem PC bewerkstelligt, denn der interne Flash-Speicher kann bis zu zehn Messungen aufnehmen, die am Schluss des Tages auf den PC downgeloadet werden können.

#### Erhöhte Anforderungen bei Klein- und Mittelbetrieben

Um Klein- und Mittelbetriebe anzuschliessen, reichen die beiden «Volksanschluss-Abonnements» nicht aus, denn die Anforderungen sind unterschiedlich. Nehmen wir beispielsweise ein kleines Grafikatelier. Surfen mehrere Mitarbeiter gleichzeitig im Web, so reichen die 512 kbit/s für den Download meistens aus. Kommen Downloads arbeitsbedingt nicht oft gleichzeitig vor, so kann mit kleineren Einschränkungen gelebt werden. Nachteilig wird es erst bei den Uploads, denn sind umfangreiche Dateien, zum Beispiel Dokumentationen, Fotos, Proofs, einem Kunden zuzuschicken, dauert es mit 64 oder 128 kbit/s ewig lang. Auch einen Internet-Auftritt, also eine Webpage auf den entfernten Server zu laden, kann so mehrere Stunden dauern. Es wird klar: Eine höhere Upload-Geschwindigkeit ist vonnöten. Swisscom

bietet für diesen Geschäftskunden-Marktbereich seit Beginn des Jahres drei neue Abonnements an: Gateway ADSL 512/512 kbit/s, 1024/512 kbit/s und 2048/512 kbit/s. Damit wäre einem ersten Kundenbedürfnis Rechnung getragen. Es gibt aber andere Anwender, die neben erhöhter Upload-Geschwindigkeit noch einen mit diesen Abonnements verbundenen Zusatznutzen, den die Swisscom bietet, gerne entgegennehmen: die statische IP-Adresse. Mit einer statischen IP-Adresse kann ein Webserver in den eigenen Gebäuden des Kunden realisiert werden. Somit kann er seinen Kunden gegenüber einen besseren Dienst bieten. Technische Dokumentationen, Produktinformationen usw. können so einfach seiner Kundschaft zugänglich gemacht werden. Der aktuelle Unterhalt kann im Hause erledigt werden. Andere Beispiele: Aussendienstmitarbeiter können gezielt auf den Server in der Firma zugreifen; auch Gameserver sind denkbare Anwendungen. Technisch gesehen basieren die Gateway-Abonnements auch auf asymmetrischem DSL, und nicht wie vermutet werden könnte, auf symmetrischem DSL. In einem gewissen Umfang können bei ADSL somit Download- und Upload-Übertragungsraten für entsprechende Kundenbedürfnisse massgeschneidert werden, ohne dass Einschränkungen bezüglich Reichweite und/oder Störbeeinflussung auftreten. Optional steht für die ARGUS-ADSL-Testgeräte eine IP-PING-Funktion und Ethernet-Schnittstelle zum Test von Internet-Verbindungen zur Verfügung. Damit bieten sie die Möglichkeit, Datenpakete mit dem Internet Provider auszutauschen,

**XDSL-Technologien** (Begriffe sind nicht präzise genormt)

	Medium (Kupfer)	Übertragungsraten Downstream/Upstream	Leitungscode	Reichweite in Metern	Anwendungen
ADSL	1paarig	256/512 kBit/s ← 64/128 kBit/s	DMT	ca. 4500	Internetzugang für Private und SOHO
ADSL	1paarig	512/1024/2048 kBit/s ← 512 kBit/s	DMT	ca. 4000	Internetzugang für Klein- und Mittelbetriebe
HDSL	1paarig	2 MBit/s → ← 2 MBit/s	CAP	ca. 2700	Primärratenanschluss Mietleitung
HDSL	2paarig	2 MBit/s → ← 2 MBit/s	2B1Q	ca. 2300	Primärratenanschluss Mietleitung
S(H)DSL	1paarig	bis 2.3 MBit/s → ← bis 2.3 MBit/s	UC-PAM	bitraten-abhängig	Für kleinere und mittlere Firmen
VDSL	1paarig	23 MBit/s → ← 4 MBit/s	DMT oder CAP/PAM	ca. 900	Multimediaanwendungen für Private
VDSL	1paarig	14 MBit/s → ← 14 MBit/s	DMT oder CAP/PAM	ca. 700	Multimediaanwendungen für Firmen

Bild 8. Überblick XDSL-Technologien.

um die Übertragungsqualität von Internet-Verbindungen festzustellen. Darüber hinaus kann man die Geräte auch im Through Mode (d. h. im Modem-Ersatz-Modus) betreiben, sodass der Techniker sein Notebook ohne zusätzliches Equipment am schnellen Internetanschluss betreiben kann. Ein Blick auf Bild 8 zeigt eine Übersicht an unterschiedlichen XDSL-Technologien.

Im Folgenden soll SHDSL, das symmetrische Übertragungsverfahren für Down- und Upstream, das ebenso wie ADSL auf das bestehende Kupfernetz aufsetzt, am Beispiel des ULAF+-Systems von Siemens näher beschrieben werden (Bild 9).

**Anwendungsmöglichkeiten**

Servicetechniker von Swisscom haben mit dem System ULAF+ (ULAF+, Universal Line Access Interface) ein geeignetes Tool, um SHDSL-Tests mit nur einem Gerät durchführen zu können. Zur Übertragung auf der Strecke zwischen zwei gegenüberliegenden Modems ist alternativ ein auf Kupfer (HDSL, SHDSL) oder ein auf Glasfaser basierendes Verfahren möglich. Die Reichweite der bei Kupfer angebotenen Lösungen hängt von den verwendeten Übertragungsverfahren, der Leitungsqualität und den externen Störeinflüssen (NEXT, FEXT) ab. Während man bei HDSL auf das von ISDN her bekannte Kodierverfahren 2B1Q von SO zurückgreift, wird bei

SHDSL der Line Code 16 TC-PAM eingesetzt. Vom Letzteren erwartet man eine prinzipiell höhere Systemreichweite und eine günstigere spektrale Verträglichkeit zu anderen DSL-basierenden Diensten. Die Kundenschnittstelle der ULAF+-Lösung ist sehr flexibel aufgebaut und erlaubt mehrere Betriebsmodi. Es können über die G.703/G704 Schnittstelle beispielsweise Primärratenanschlüsse mit 2 Mbit/s für ISDN realisiert werden. Selbstverständlich wird auch der Add/Drop-Mode mit  $n \times 64$  kbit/s unter-

stützt, der die Schnittstellen X.21, V.35, V.36 einbindet. In der Swisscom-Praxis werden mit diesem System zum Beispiel Basisstationen für das GSM-Funknetz angeschlossen. Weitere Anwendungen sind die Verlängerung der Schnittstellen X.21, V.35 und V.36 sowie 10-Base-T. Eine Systemübersicht zeigt Bild 10. Neben der stark wachsenden Penetration von ADSL ist derzeit eine deutliche Zunahme von SHDSL-Anschlüssen (Symmetric High-bit-rate Digital Subscriber Line) auf dem europäischen Markt zu beobachten. Wie oben beschrieben, wird diese Technologie als 2- bzw. 4-Drahtsystem angeboten und bietet 2,3 Mbit/s symmetrische Bandbreite für Down- und Upstream. Aufgrund der Möglichkeit zur Skalierung und Zuordnung bei der Belegung von Übertragungskanälen sowie des gleichzeitigen Betriebs von Sprachdienst und schneller Datenübertragung wird angenommen, dass SHDSL in Zukunft konventionelle 2-Mbit-Verbindungen wie E1 oder HDSL ablösen wird. Für diese Technologie bietet das Testgerät ARGUS 28 seine Dienste an, das neben der Kundenseite auch die Netzseite der SHDSL-Verbindung simulieren kann und ähnlich wie bei ADSL Übertragungsraten und physikalische Leitungsparameter liefert. ARGUS 28 ist in verschiedenen Ausbaustufen erhältlich – vom reinen SHDSL-Tester bis hin zum Universaltester, der sämtliche Messroutinen für SHDSL-, E1-, X.21-, S2m-, S0- und Analog-Schnittstellen bietet. Auch die Kundenendgeräte lassen sich in den Messprozess miteinbeziehen, indem sie



Bild 9. SHDSL-Tester ARGUS 28.

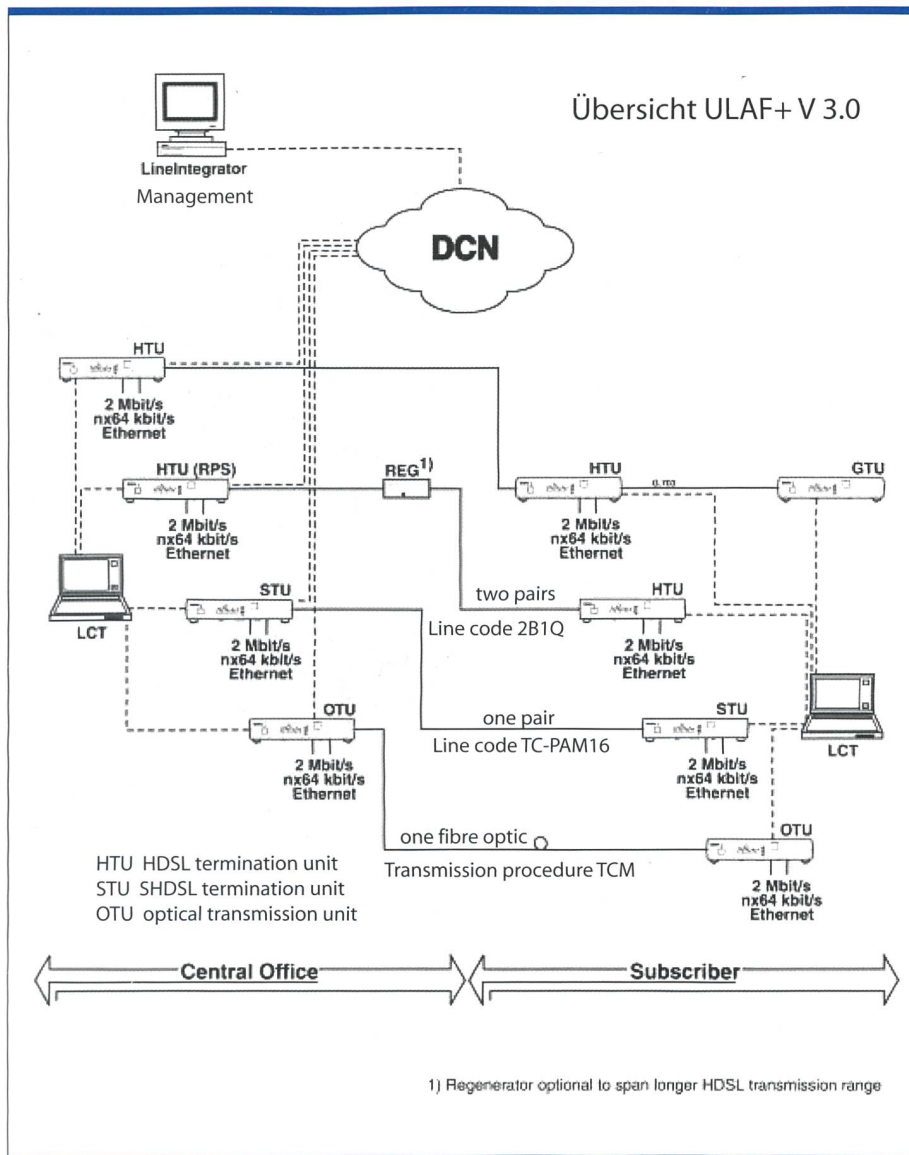


Bild 10. SHDSL-System von Siemens.

am Ausgang des Testers angeschlossen werden, der hier die Funktion eines SHDSL-Modems übernimmt. Durch die vorher genannten vielfältigen Messaufgaben benötigt der Installateur oder Servicetechniker von Swisscom ein komplettes Werkzeug für sämtliche Installationsaufgaben der täglichen Praxis. Dieses sollte in einem Gerät alle Schnittstellen enthalten und zudem kompakt, leicht und robust sein. Mit den ARGUS-Handheld-Testern ist dies der Fall. Alle zwei bis drei Monate stehen ausserdem kostenlose Software-Updates zur Verfügung, die von der Hersteller-Homepage heruntergeladen werden können. 7

**Lothar Halbe**, Intec GmbH, Lüdenscheid, Deutschland, Homepage: [www.argus.info](http://www.argus.info)

**Alfred Furrer**, Furrer Telecommunications, Sangrube, CH-8625 Gossau, Tel. 01 935 18 70, Fax 01 935 19 72, E-Mail: [info@furrertele.ch](mailto:info@furrertele.ch), Homepage: [www.furrertele.ch](http://www.furrertele.ch)

## FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

**CCD-Sensor mit hoher Dynamik**

Mit jeder neuen Generation ist bei den Digital-Kameras die Bildqualität näher an das grosse Vorbild des Films herangekommen. Die besten zurzeit verwendeten Sensoren erlauben eine Auflösung, die dem eines 200-ASA-Films bereits entspricht. Auf der Strecke geblieben ist dabei nur die Bilddynamik: Bedingt durch die Technik der CCD-Sensoren ergeben sich erhebliche Nichtlinearitäten, wenn das Objekt nur sehr schwach oder aber extrem stark ausgeleuchtet ist. Fuji Film will diesem Problem jetzt mit einer neuen

Pixelstruktur begegnen. Bei den Sensoren der vierten Generation wird man jetzt zusätzlich zu den bisherigen Pixelanordnungen die gleiche Zahl weniger empfindlicher Pixel auf den Sensor bringen. Der neue «Super CCD SR»-Sensor hat also 3,35 Mio. hoch empfindliche «S»-Pixel und 3,35 Mio. schwach empfindliche «R»-Pixel. Damit lässt sich nach Ansicht des Unternehmens die Bilddynamik auf das Vierfache dehnen, da die Sensoren bei grosser Helligkeit nicht in die Sättigung gefahren werden. S- und R-Pixel sind zwar aus dem gleichen

Material, haben aber unterschiedliche Strukturen. Die ersten Kameras mit diesem neuen Sensor sollen noch im Frühjahr auf den Markt kommen. In der Praxis ist zu erwarten, dass der volle Dynamikgewinn nur bei den aufwändiger konstruierten Kameras der oberen Preisklasse voll in Erscheinung tritt.

Fuji Photo Film Co. Ltd.  
210, Nakanuma, Minami-ashigara  
Kanagawa 250-01  
Japan  
Tel. +81-465-74 111