

Ernst Ahlers

Extrabreit

Internet rasant per Glasfaser

In Dresden testet die Telekom den Internetanschluss von morgen. Mittels GPON fließen per Glasfaser bis zu 2500 Megabit pro Sekunde ins Haus. Das System könnte zur Vorlage für den bundesweiten Breitbandausbau werden.

Ein HDTV-Stream in MPEG-4 macht 10 MBit/s, dazu zwei MPEG-2-Videos in Standardauflösung, zweimal 5 MBit/s, ein paar parallele Service-Pack-Downloads, 4 MBit/s, und noch etwas Websurfen und VoIP. Schwupps, sind die 25 MBit/s des VDSL-Anschlusses ausgereizt, ohne dass für Geschwindigkeitsspitzen – HDTV braucht kurzzeitig schon mal 20 MBit/s – noch genug Reserve wäre. VDSL2 mit 50 MBit/s ist also kein Luxus, wenn man à la Triple Play

alles über eine Leitung abwickeln will.

Doch die allermeisten DSL-Kunden können von Datenraten jenseits einiger Megabit pro Sekunde nach wie vor nur träumen: Derzeit zählt man schon einen Anschluss mit mageren 0,4 MBit/s (384 kBit/s) als Breitbandverbindung, da gelten natürlich schnell über 98 Prozent aller deutschen Haushalte als breitbandversorgt. Neben diesen grauen sollen aber mittelfristig auch die letzten weißen

Flecken auf Deutschlands Breitband-Landkarte verschwinden, und das nicht nur mit einstelligen DSL-Datenraten, sondern gleich richtig: 50 Megabit pro Sekunde für alle bis 2018 fordert das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) [1].

Das klappt über die existierende Kupferverkabelung aber nicht: Die Telefonleitungen sind vielerorts schon voll belegt, mehrere Aderpaare zur Kapazitätserweiterung parallel zu nutzen ist folglich ausgeschlossen. In den Vermittlungsstellen beginnen sich zudem die Signale im Sammelkabel zum Straßenverteiler gegenseitig zu stören, sodass einige Kunden ihren ADSL2+-Anschluss trotz vergleichsweise kurzer Leitungen nicht ausreizen können. Auch mit technischen Tricks wird sich die Situation nicht tiefgreifend ändern.

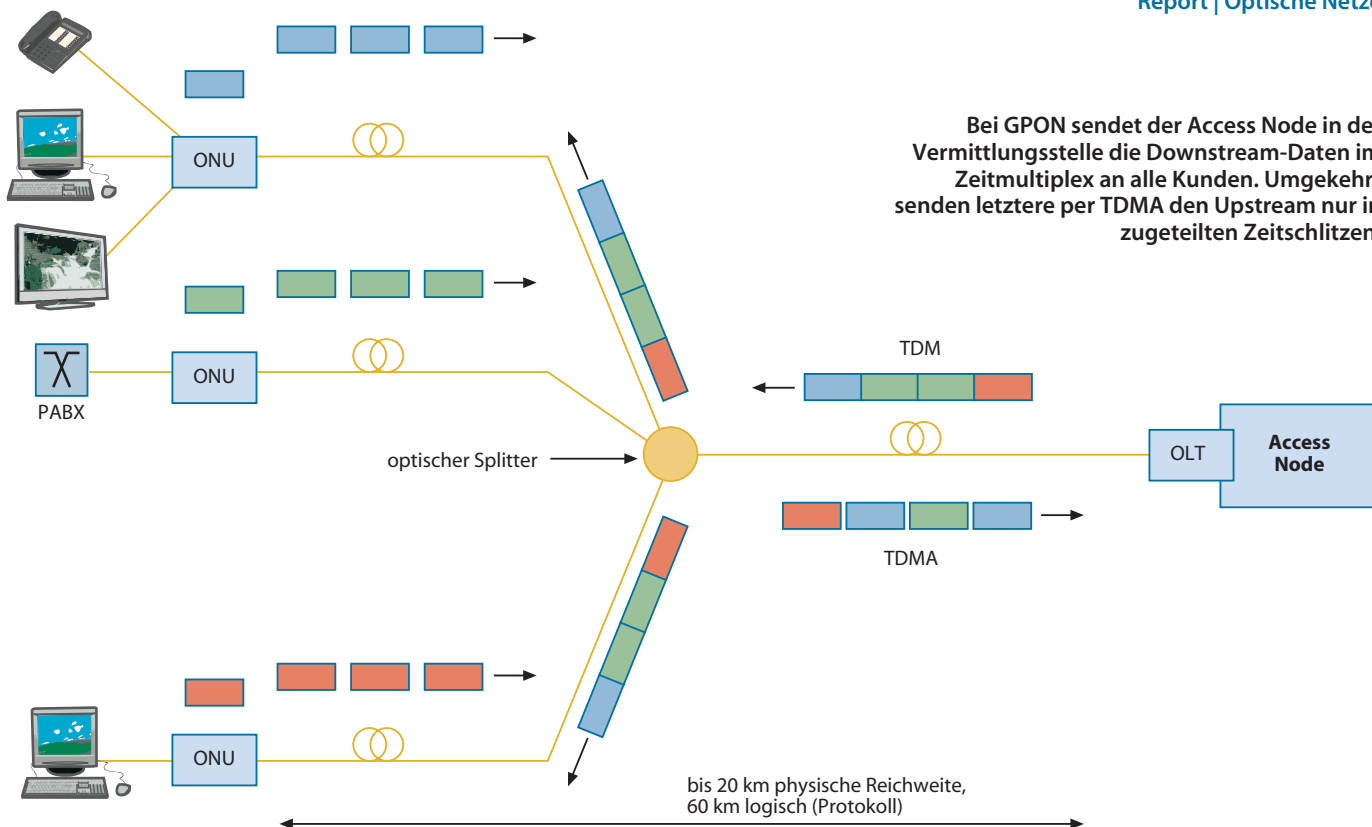
Als Ausweg bietet sich das Neuverlegen von Glasfaserleitungen (GF) an. Glasfaser besitzt ein wesentlich höheres Bandbreiten-Längen-Produkt als das Telefonkabel: 10 000 Megabit/s (10 Gabit/s) über 20 Kilometer sind gän-

gige Praxis. Mit mehreren parallel genutzten Lichtwellenlängen („Farben“) kann man per Wavelength Division Multiplex (WDM) den Durchsatz auf einer Faser vervielfachen. Die Spitzenmarke für Weitverkehrsnetze im Testbetrieb lag 2006 bei 100 GBit/s über 2000 Kilometer.

Deshalb sollen die Länder nach dem Willen des BMWI bundesweit eine Pflicht zum Verlegen von Leerrohren erlassen: Beim Sanieren von Abwassersystemen oder bei Straßenbaumaßnahmen sollen gleich Leitungswege für später nachzuziehende Glasfaserkabel in die Erde kommen. Denn derzeit besitzt nur etwa ein Prozent aller Haushalte einen Glasfaseranschluss [2]. Andere Staaten wie etwa Japan sind damit wesentlich weiter. Allerdings ist es dort auch üblich, Telefonleitungen billig auf Masten durchs Straßenbild zu führen, statt sie zu beerdigen. So kann man leicht eine zusätzliche Faser aufknüpfen und muss nicht teuer die Straße aufreißen.

An dieser Stelle werden die glasfasergeschädigten Leser in den östlichen Bundesländern aufstöhnen, gestatten doch ihre beim Aufrüsten der maroden DDR-Infrastruktur in den 90er-Jahren als modern geltenden OPAL-Anschlüsse bestenfalls das Surfen mit Analogmodem-Geschwindigkeit. Doch die Technik ist nicht stehen geblieben: Die ITU hat anno 2003 unter der Bezeichnung G.984 Gigabit-capable passive optical networks (GPON) ein Glasfasersystem normiert, das mit 2,5 GBit/s im Downstream arbeitet. Eine vom IEEE standardisierte Variante namens GEAPON kommt vorwiegend in Asien zum Einsatz.

Derzeit beginnt die Telekom in den Dresdener Stadtteilen Striesen und Blasewitz mit dem Aufrüsten ihrer Infrastruktur: GPON wird in einem Pilotprojekt parallel zur OPAL-Technik installiert und nutzt eine Faser der ab 1994 verlegten Leitungen. Dabei zieht ein zusätzlicher, etwa 60 cm × 60 cm großer Schaltkasten in den Gebäudekeller. Darin steckt ein Indoor-DSLAM: Der bei VDSL noch im Straßenverteiler – telekomdeutsch der Kabelzweiger KVz – sitzende DSL-Konzentrator wandert weiter in Richtung Kunde, die „letzte Meile“ schrumpft auf die letzten 50 Meter. Die restliche Verkabelung



Bei GPON sendet der Access Node in der Vermittlungsstelle die Downstream-Daten im Zeitmultiplex an alle Kunden. Umgekehrt senden letztere per TDMA den Upstream nur in zugeordneten Zeitschlitz.

innerhalb der Gebäude bleibt gleich. Nach und nach sollen 27 000 Dresdener Haushalte in 3500 Gebäuden einen 50 MBit/s flotten T-Home-Anschluss bekommen können, wenn sich die Hausbesitzer und Vermieter mit der Installation der neuen Technik einverstanden erklären.

Mit den Glasfaserangeboten für Unternehmen hat GPON übrigens nichts zu tun: Viele Provider bieten schon lange schnelle bis sehr schnelle Anschlüsse als Punkt-zu-Punkt-Verbindung an, doch die Technik ist eine völlig andere. So können etwa in München auch Privatleute jetzt schon eine 100-MBit/s-Leitung von M-net bekommen; GPON-Versuchsbetrieb ist dort für die erste Hälfte dieses Jahres angedacht.

Teile und herrsche

Im Straßenverteiler steckt bei GPON lediglich ein passiver optischer Splitter, an dem bis zu 32 oder 64 relativ kurze Kundenfasern ankommen. Von dort läuft eine längere Glasfaser weiter zur Vermittlungsstelle, wo als Gegenstück zu den Kundengeräten (ONU oder ONT) ein Optical Line Terminator (OLT) am Backbone hängt. Die Strecke zwischen Kunde und Vermittlung darf maximal 20 Kilometer lang sein, GPON funktioniert prinzipiell also auch in einem Dorf fernab der Stadt.

In Dresden sind die Fasern vom Verteiler zum Kunden typischerweise einige hundert Meter lang, in Ausnahmen auch mal einen Kilometer. Zwischen Verteiler und Vermittlung liegen drei bis vier Kilometer. Nach den Messungen der Telekom zeigen die 15 Jahre alten Kabel keine Alterungserscheinungen und sollten auch künftige, schnellere Übertragungsverfahren wie WDM-PON oder 10GPON unterstützen.

Der Kniff bei G- und anderen PON steckt im Splitter: Als rein passives Bauteil braucht er keine Betriebsenergie. Er verteilt das Sendesignal der Vermittlungsstelle gleichmäßig auf seine 32 oder 64 Ausgänge, alle Kunden empfangen also das Gleiche. Umgekehrt leitet der Splitter das Sendesignal der Kunden nur in Richtung Vermittlung weiter. Die optischen Sender bei den Kunden können so recht einfach auf-

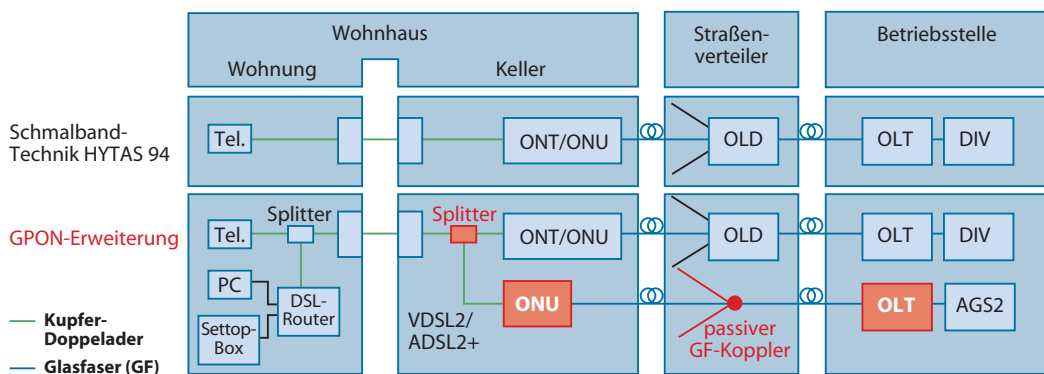
gebaut und damit preiswert sein, lediglich der zentrale OLT braucht eine teurere Optik.

Muss ein neuer Kunde angeschlossen werden, reicht so das Ziehen der Faser vom Verteiler zum Gebäude, während beim herkömmlichen Telefonsystem auch ein freies Aderpaar auf dem Stammkabel nötig ist. Gibt es dort keins mehr, muss häufig die Straße aufgerissen werden, um ein weiteres Kabel zu legen.



GPON-Verteiler tragen kaum auf: Neben den wuchtigen HYTAS-Komponenten von 1994 stecken unten im Schaltkasten lediglich zwei unscheinbare passive optische Splitter (flache graue Kästchen).

Bild: Deutsche Telekom AG



Quelle: Deutsche Telekom AG

Die GPON-Installation in Dresden nutzt eine Reservefaser der in den 90er-Jahren verlegten Glasfaserkabel. Die HYTAS-Technik erledigt nach wie vor den Telefondienst, GPON übernimmt die Breitbandversorgung.

Da Hin- und Rückweg über das gleiche Medium gehen, trennt GPON die Richtungen über unterschiedliche Wellenlängen: Der Downstream von der Vermittlungsstelle zu den Kunden läuft auf 1490 nm, der Upstream auf 1310 nm. Prinzipiell kann GPON auch zwei Fasern nutzen, dann kommt nur eine Farbe (1310 nm) zum Einsatz.

Den 2,5 GBit/s schnellen Downstream-Kanal teilen sich alle Kunden, die an einem Splitter hängen. Das werden typischerweise um die 30 Haushalte beziehungsweise Gebäude sein. Da prinzipiell alle an einem Splitter hängenden Teilnehmer die Datentelegramme aller anderen Kunden sehen, werden die Daten individuell per AES verschlüsselt.

Ringreihen

Anders als das vom LAN gewohnte Ethernet arbeitet GPON

aber nicht asynchron (jeder Teilnehmer darf jederzeit senden), sondern synchron: Im Downstream fließen die Daten per Zeitmultiplex mit festem Raster. Allerdings kann der OLT jedem Teilnehmer auch mehrere Zeitschlitzte gönnen, also den Bruttodurchsatz erhöhen und so die Downstream-Bandbreite dynamisch anpassen: Wenn gerade kein Nachbar einen größeren Download laufen hat oder Internet-HDTV guckt, könnte man volle zwei Gigabit/s abbekommen – falls der Provider das anbietet sowie eine passende ONU installiert hat, die Gegenstelle am anderen Ende schnell genug zuliefern kann und das dazwischen liegende Netz entsprechende Reserven besitzt.

Statt einer ONU, die bei großen Installationen bis zu 48 Kunden mit VDSL2 bedient, können die Provider beispielsweise Firmenkunden auf Wunsch auch einen Optical Network Termina-

tor (ONT) installieren, der 1 GBit/s im Downstream liefert.

Im Upstream überträgt GPON maximal 1,25 GBit/s. Hier dürfen die Kundengeräte nur in reservierten Zeitschlitzten senden (TDMA), damit keine Kollisionen auftreten. Auch dabei kann der OLT einem Kundengerät dynamisch mehr Bandbreite zuweisen oder sie ihm wieder entziehen.

Der synchrone Betrieb hat den Vorzug, dass der Netzbetreiber Bandbreite für bestimmte Anwendungen reservieren und damit Quality-of-Service garantieren kann, damit etwa bei Telefonie keine Aussetzer auftreten.

Ausblick

Bis GPON oder eine vergleichbare optische Technik flächendeckend zur Verfügung steht, werden

wahrscheinlich weit mehr als die vom BMWI geforderten neun Jahre bis 2018 vergehen. Denn laut einer McKinsey-Studie vom Mai 2008 sind mindestens 40 Milliarden Euro nötig, um in die Mehrzahl aller Haushalte einen Glasfaseranschluss zu legen. Das Geld müssen die Provider zunächst vorstrecken, bevor sie es über ihre Gebühren wieder erwirtschaften. Angesichts der momentanen Wirtschaftslage dürften Kredite aber zögerlich fließen und der Glasfaserausbau recht langsam angehen.

Doch wenn das schnelle Medium erst mal liegt, steht auch das Tor zu nochmals höheren Geschwindigkeiten offen: ITU und IEEE arbeiten bereits an 10 GBit/s schnellen G(E)PON-Varianten, die auf den gleichen Fasern funktionieren. Die Betreiber bräuchten später nur OLT und ONU zu tauschen, um die Datenrate zu vervierfachen. Passende GPON-Technik mit 100 Kilometern Reichweite dank eines optischen Verstärkers hat Siemens schon vor zwei Jahren im Labor demonstriert. (ea)

Literatur

- [1] Bundesregierung will Ausbau der Breitbandversorgung vorantreiben, www.heise.de/newsticker/meldung/120326
- [2] Breitband in Deutschland: Von weißen und grauen Flecken, www.heise.de/newsticker/meldung/120331



Bild: Deutsche Telekom AG

Im Gebäudeskeller verteilt eine ONU (linker Kasten) das optisch zugeführte Breitbandsignal über die vorhandene Kupferverkabelung weiter. In der Wohnung steht dann ein gewöhnlicher VDSL-Router.

Kürzel entschlüsselt	
AGS2	Aggregation Switch 2. Ebene, Verbindung zum Internet-Backbone
DIV	digitale Vermittlungstechnik, Backbone für Telefonie
GEAPON	vom IEEE standardisiertes Gigabit-Glasfasersystem, kommt vor allem in Asien zum Einsatz
GPON	von der ITU standardisiertes Gigabit-Glasfasersystem, wird bevorzugt in Nordamerika und Europa eingesetzt
HYTAS	hybrides Teilnehmer-Anschlussystem, aktive OPAL-Variante, ab 1994 in Dresden installiert
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, international agierendes Normierungsgremium mit Sitz in den USA
ITU	International Telecommunication Union, internationales Normierungsgremium für Telekommunikationstechnik und Verfahren in Genf
OLD	Optical Line Distribution, Verteiler oder Demultiplexer für das optische Signal
OLT	Optical Line Terminator/Termination, Schnittstelle zwischen optischem Netz und Provider-Backbone
ONT	Optical Network Terminator/Termination, optischer Leitungsabschluss, normalerweise im ONU integriert
ONU	Optical Network Unit, Endgerät beim Kunden, das Telefonie, TV oder Internet bereitstellt, kann auch ein DSL-Konzentrator (DSLAM) im Keller größerer Gebäude als Gegenstelle für DSL-Modems in den Wohnungen sein
OPAL	optische Anschlussleitung, auch Optical Access Line, Sammelbegriff für optische Zubringertechniken verschiedener Hersteller im Telekom-Netz, ab 1991 beim Erneuern der Telefonnetze in den östlichen Bundesländern eingesetzt
TDM	Time Division Multiplex, der Sender verteilt Datenströme an verschiedene Empfänger auf einem gemeinsamen Medium in festem zeitlichem Raster, bei GPON im Downstream in Richtung Kunden
TDMA	Time Division Multiple Access, regelt auf einem gemeinsamen Medium den Zugriff mehrerer Sender mittels Zeitschlitzten, bei GPON im Upstream vom Kunden in Richtung Internet