

Ethernet-Beschleunigung für die „Letzte Meile“ Wolfgang Schulte

Zur Zeit ist man mit rund 1,5 Mbit/s für einen ADSL-Anschluss im Weitverkehrsnetz für den Heim- und SoHo-Bereich auf einer Datenautobahn. Für die meisten Anwendungen reicht diese „Download“-Geschwindigkeit sicher aus. Was ist aber mit höheren Bandbreiten wie z. B. 10 Mbit/s für Breitbanddienste oder der Koppelung von LAN? Video on Demand, das hochauflösende Fernsehen HDTV oder andere Multimediadienste sind für größere Bandbreiten jederzeit dankbar.

Ende 2000 hat sich bei IEEE 802 eine neue Studiengruppe zusammengefunden, um höhere Datenraten mit Hilfe des erfolgreichen Ethernet-Protokolls (IEEE 802.3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – CSMA/CD) für den „Small office, Home office“- (SoHo-)Bereich einzuführen. Die Vorgabe ist, das LAN-Protokoll 802.3 für diese Anwendung soweit als möglich zu übernehmen und über die „letzte Meile“ bis zum Kunden im Weitverkehrsnetz (WAN, Wide Area Network) zu führen. Die Arbeitsgruppe bekam die Projektnummer IEEE 802.3ah.

Mit der „letzten Meile“ oder „ersten Meile“ ist die Strecke von den Endteilnehmern bis zur Vermittlungsstelle oder zum Dienstanbieter gemeint. Andere Begriffe für diese Technik sind u. a. „Ethernet to the business office“ (ETTB) oder „Ethernet to the home“ (ETTH).

Die Deutsche Telekom führte mit dem neuen Dienst „Managebare Datendirektverbindungen – DDV-M Ethernet100“ einen Fast-Ethernet-Dienst ein. Mit ihm werden die lokalen Netze (LAN) von Geschäftskunden an verschiedenen Standorten deutschlandweit verbunden. DDV-M Ethernet100 ist seit dem Sommer 2003 verfügbar, er bietet Übertragungsraten von bis zu 100 Mbit/s – je nach Bedarf des Nutzers skalierbar.

IEEE-Termin- und Arbeitsplan

Bild 1 zeigt den ursprünglichen Terminplan für das Projekt IEEE 802.3ah; wie ersichtlich, wollte man im vierten Quartal 2003 mit der Arbeit an dem neuen Standard fertig sein und ihn dann verfügbar machen. Über 200 Entwickler aus mehr als 100 Firmen arbeiten an der Erstellung dieses IEEE-Standards. Inzwischen liegt ein fertiger Entwurf

(D3.0) vor, und es ist mit einer endgültigen Verabschiedung Mitte des Jahres zu rechnen. Die ersten Produkte bzw. Dienste können demnach bereits in diesem Jahr auf dem Markt kommen.

Der Arbeitsplan von IEEE umfasste die Spezifikation von drei unterschiedlichen Topologien:

- Punkt-zu-Punkt mit „voice grade“ d. h. normales Telefonkupferkabel für 750 m Länge bzw. Cat.-1 – 5-Kabel und einer Datenrate von 10 Mbit/s. Beim IEEE wird diese Variante als Ethernet over the First Mile via Copper (EFMC) bezeichnet.

Auf einen Blick

Viele neue Multimedia-Anwendungen mit hohem Datenaufkommen, Zugang zu Massenspeichern im Netz mit kurzen Zugriffszeiten, Videostreaming-Anwendungen wie Video on Demand oder HDTV brauchen im WAN für den Endteilnehmer höhere Datenraten bis zum Endgerät. Ethernet im Anschlussnetz bietet hierfür eine günstige Lösung.

- Punkt-zu-Punkt mit Einmodenglasfaser für 10 km Länge und einer Datenrate von 1 Gbit/s, auch als Ethernet over the First Mile via Fiber (EFMF) bezeichnet.
- Punkt-zu-Mehrpunkt mit LWL für 10 km Länge und einer Datenrate von 1 Gbit/s. Diese Version wird auch Ethernet over the First Mile using Passive Optical Network (EFM PON, EFMP) genannt.

Zusätzlich wurde für den Betrieb (Operation), die Verwaltung (Administration) und Wartung (Maintenance) – OAM – die Spezifikation mit folgenden Aufgaben entwickelt:

- Fehleranzeige und -behebung für die entfernte Schnittstelle bzw. Station,

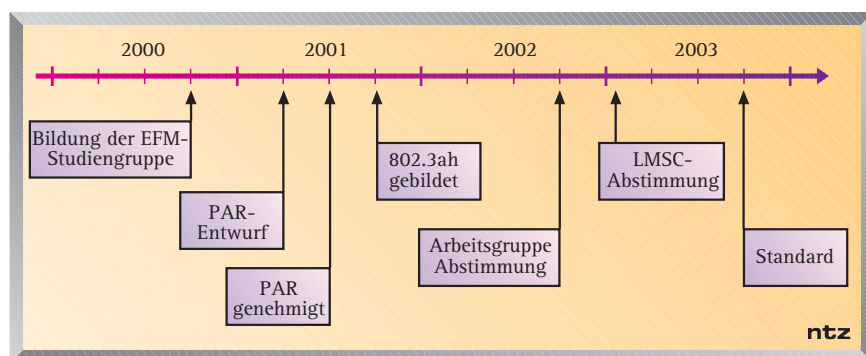


Bild 1. Ursprünglicher Terminplan des Projekts IEEE 802.3ah (PAR: Project Authorization Request, LMSC: LAN/MAN Standards Committee)

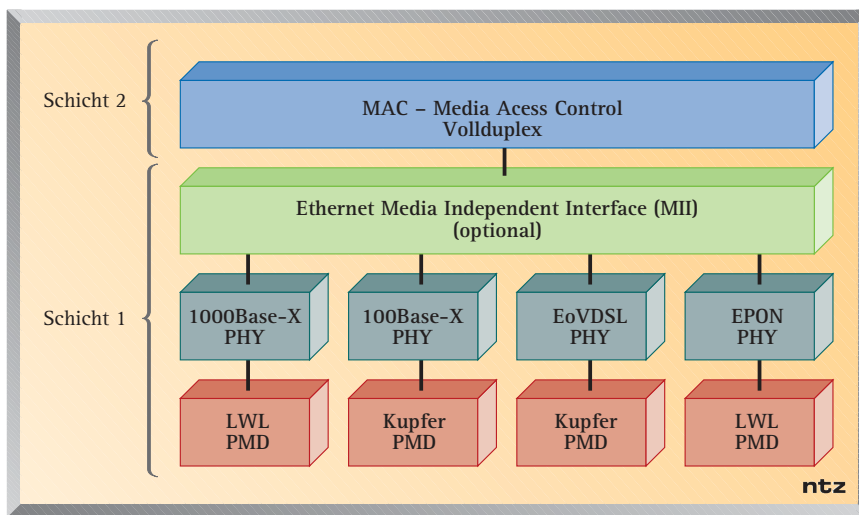


Bild 2. EFM-Protokollschichten nach IEEE 802.3ah (PMD: Physical Medium Dependent, PHY: Physical Medium)

- entfernte Schleifenfunktion und
- Aufzeichnen des Datenverkehrs, der Fehler und des Status der Verbindungen.

Wirtschaftliche Aspekte

„Ethernet over the First Mile“ (EFM) wird ein großes neues Marktpotenzial erschließen. Analysten prognostizieren mehr als 40 Mio. Teilnehmer in den USA und über 150 Mio. Teilnehmer weltweit bis Ende 2005. Durch die Unterstützung der wichtigsten Firmen im IT-Sektor ist eine weltweite Verbreitung dieser Technik gesichert.

Anwendungen, die einen großen Bedarf an hoher Bandbreite haben, sind das vorrangige Ziel von EFM. Beispiele für diese Anwendungen sind u. a.: Videokonferenzen, Onlinespiele, Echtzeitanwendungen, Video on Demand und das hochauflösende Fernsehen (HDTV).

Eine wesentliche Rolle für die Einführung und Verbreitung dieses Standards werden die Kosten und die Bereitschaft der Dienstleister sein, in diesen neuen Dienst zu investieren. Über eine hohe Stückzahl der Adapter für die anzuschließenden PC werden sich die Adapterkosten, nach einer Einführungsphase, den Kosten der heutigen 10/100-Mbit/s-LAN-Adapter annähern.

Technische Ausführung

Der neue Standard soll die Daten mit hoher Datenrate (10 Mbit/s oder höher) sowohl über das bewährte verdrehte Kupferkabel (Cat. 1–5) als auch über Lichtwellenleiter (LWL) übertragen und dabei auf der Schicht 2, der Sicherungsschicht, kompatibel zur bestehenden 802-Architektur sein. Bild 2 veranschaulicht das Schichtenmodell für EFM: Im Physical Layer, der Bitübertragungsschicht (Schicht 1) gibt es die mediumabhängige

Schnittstelle (PMD, Physical Medium Dependent) für das Kupferkabel bzw. die Glasfaser. Unterstützt wird diese Schnittstelle durch die Signalisierung der bestehenden Techniken wie 1000-Base-LX für Einmoden-LWL aus dem Gigabit-LAN-Standard oder 100Base-FX für Ein- bzw. Mehrmodenfasern aus dem Fast-Ethernet-Standard.

Neu hinzu kommen Ethernet over Very high bit rate DSL (EoVDSL), mit Zugriff über Kupferkabel, und Ethernet über LWL für Punkt-zu-Punkt-(P2P-) oder Punkt-zu-Mehrpunkt-(P2MP-)Verbindungen, hier auch als Ethernet over the first mile using Passive Optical Network (EPON) bezeichnet.

Der Data Link Layer, die Sicherungsschicht, nutzt das bewährte Zugriffsverfahren Media Access Control (MAC) aus dem CSMA/CD-Standard. Zwischen dem Physical Layer und dem Data Link Layer ist noch eine Ethernet-Media-Independent-Interface-(MII-)Teilschicht wahlfrei eingeschoben worden.

Auf dem Network Layer, der Vermittlungsschicht (Schicht 3), setzt dann das paketorientierte Internet-Protokoll auf.

Netztopologien

Bei den Netzen werden für die Teilnehmer zu Hause oder im Büro das Heimnetz oder das LAN, an dem das Zugangs- oder Verteilnetz endet, beschrieben. Der Switch bzw. die Anschalteinheit ist entweder Teil des Zugangs- bzw. Verteilnetzes oder gehört bereits dem Teilnehmer. Bei Glasfasern wird am Ende des Zugangs- oder Verteilnetzes, beim Teilnehmer, die Umsetzung vom LWL-Medium auf Kupferkabel vorgenommen.

Das Zugangs- oder Verteilnetz wird vom Netzbetreiber unterhalten und bietet den Zugang zum Backbone des Diensteanbieters. Hier wirkt EFM mit seiner hohen Datenrate. Das Zugangs- bzw. Verteilnetz fängt beim Netzbetreiber in der Regel in der Vermittlungsstelle bzw. beim Zugangsknoten an. Dieser Zugangsknoten dient als Ein- bzw. Ausgang zum öffentlichen Netz.

Wolfgang Schulte ist Dozent an der Berufsakademie Stuttgart und arbeitet freiberuflich für Cisco und Siemens.

Er empfängt, konzentriert und leitet die Daten vom Endteilnehmer zum Backbone oder vom Hochgeschwindigkeitsnetz zum Endteilnehmer. Das Backbone umfasst die Ressourcen zur Speicherung und Verteilung von Diensten aller Art beim Dienstleister und ist, was die Datenraten angeht, mit 1 Gbit/s bis 10 Gbit/s ausgelegt.

Bild 3 zeigt die mögliche Konfiguration für EFM Copper (EFMC) für den Anschluss in den Heimbereich mit der

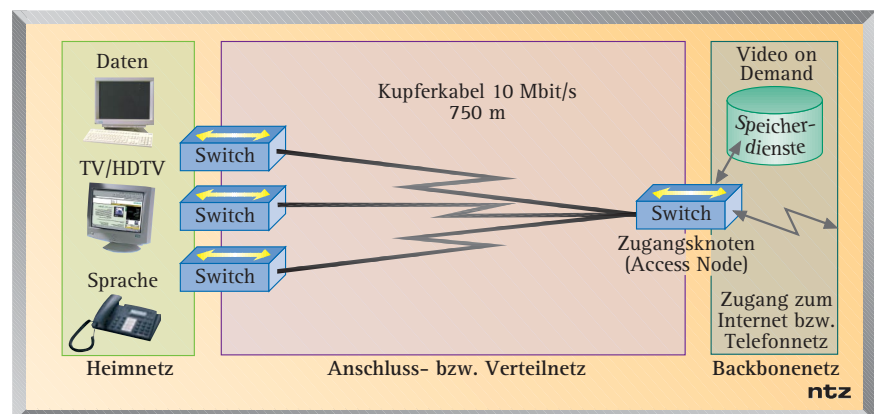


Bild 3. Topologie für Kupferverbindungen

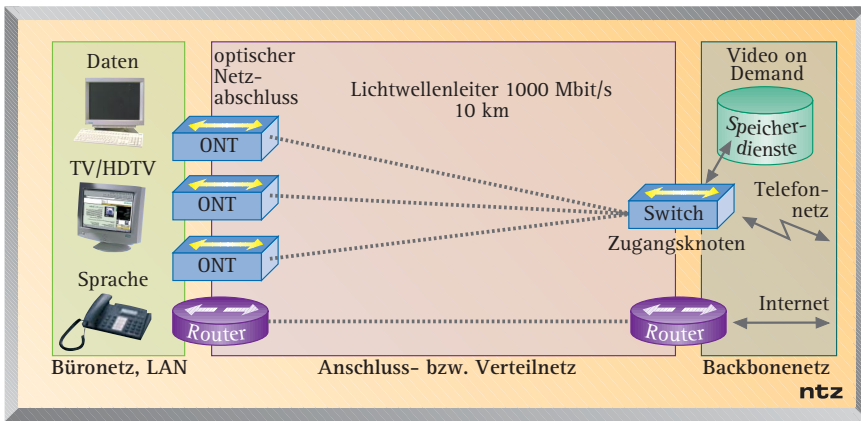


Bild 4. Konfiguration mit Einmoden-Lichtwellenleiter

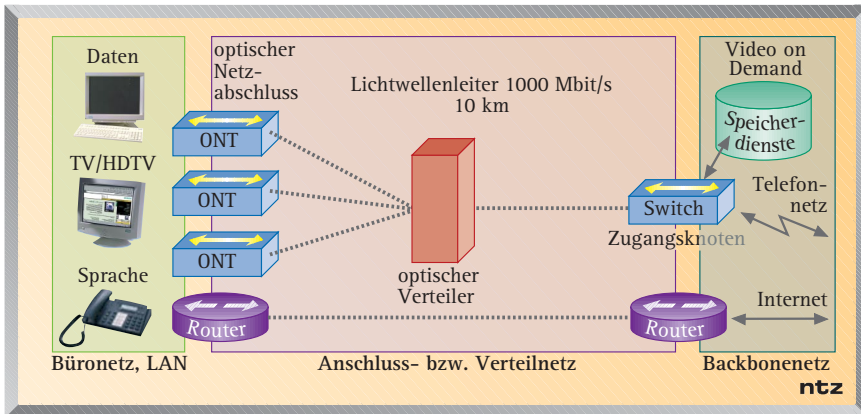


Bild 5. Konfiguration mit Lichtwellenleiter und passivem optischen Netz (PON)

Entfernung 750 m und einer Datenrate von 10 Mbit/s. In Bild 4 ist die Konfiguration EFM Fiber (EFMF) dargestellt. Die höhere Datenrate zum Endteilnehmer wird vor allem im Bürobereich mit Echtzeitanwendungen oder Multimediaanwendungen und großem Datenvolumen zum Tragen kommen. Hier werden

mittels LWL dedizierte skalierbare Datenraten zur Verfügung stehen. Der Netzabschluss (ONT, Optical Network Termination) ist für die Umwandlung der Signale vom optischen Medium auf das Kupferkabel verantwortlich.

Bild 5 zeigt die Topologie für Ethernet in the First Mile via Passive Optical

Network (EFM PON). Die Datenrate in der Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung, nach dem optischen Verteiler, wird je nach Bedarf über die angeschlossenen Teilnehmer geteilt.

Der meiste Datenverkehr beginnt heutzutage im lokalen Netz mit der Protokollkombination Ethernet/IP und endet beim Empfänger auch so. Im Zugangs- bzw. Verteilnetz z. B. mit dem Point-to-Point-Protokoll (PPP) und im Weitverkehrsnetz mit ATM oder Frame Relay ist eine Protokollumsetzung notwendig.

In Bild 6 ist ein Ende-zu-Ende-Pfad mit Ethernet (CSMA/CD 802.3) und EFM dargestellt. In diesem Beispiel ist deutlich zu erkennen, dass die Protokollstruktur des CSMA/CD-Rahmens auf der Sicherungsschicht (Schicht 2) bzw. des Pakets (IP) in der Vermittlungsschicht (Schicht 3) für die Ende-zu-Ende-Verbindung einheitlich ist und keine umfangreiche Umwandlungen beim Übergang vom LAN zum WAN und umgekehrt erforderlich ist.

Für die Anwendung im SoHo-Bereich ist die Nutzung eines zweiadrigen verdrehten Kupferkabels (Cat. 1-5 oder besser) mit dem bekannten RJ45-Stecker die kostengünstigste Lösung. Für die Hersteller ist die unmodifizierte Nutzung des IEEE-802.3-Rahmens die optimale Lösung, es muss „nur“ an der Schnittstelle, d. h. in der Bitübertragungsschicht (Physical Layer), geändert werden.

Mit der Gründung einer „Ethernet in the First Mile Alliance“ (EFMA) im Dezember 2001, einem Industrieforum, wurde und wird die Entwicklung beim IEEE, die Markteinführung und die weltweite Verbreitung des neuen Standards aktiv unterstützt. Mitglieder in der EFMA sind u. a. Cisco, Ericsson, Infineon, Intel, NTT, Texas Instruments und andere renommierte Firmen der informationstechnischen Industrie. Die Nutzung von EFM im WAN-Zugang verringert die Gerätekosten für die Hersteller, reduziert die Kosten der Dienstleister, mindert die Komplexität der Anbindung für die Netzmanager und vereinfacht für die Entwickler die Architektur.

Nicht nur eine Technik wird hier dominieren, mit Sicherheit wird EFM aber einen größeren Marktanteil abbekommen. Wichtige Kriterien für den Erfolg von EFM sind u. a. die Preise der Komponenten und die Kosten der angebotenen Dienste bzw. des Anschlusses. ■

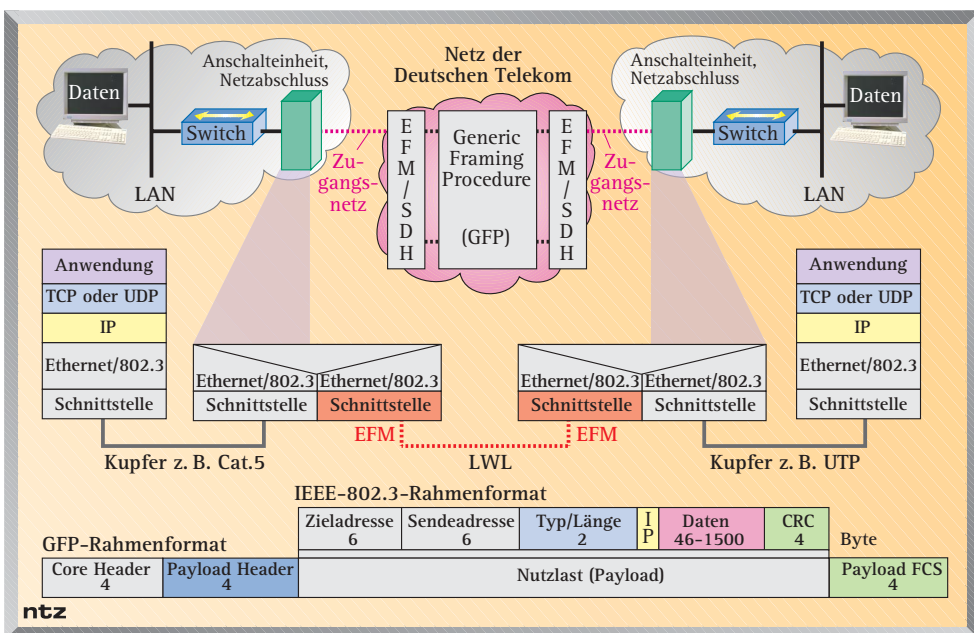


Bild 6. Beispiel für einen Anschluss mit DDV-M Ethernet 100 der Deutschen Telekom