

**ELEKTROINSTALLATION**  
Bestandsschutz bei  
Teilsanierung

**GEBÄUDETECHNIK**  
Planung von  
Multiroom-Systemen

**AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**  
Codebezeichnungen  
bei USV

**BETRIEBSFÜHRUNG**  
Banken prüfen  
Plausibilität

### Investition in die Zukunft

**GOSSEN METRAWATT**  
Sicherheit durch Kompetenz

**PROFITEST** | **MTECH**  
INSTALLATION | TESTER



### Setzen Sie Maßstäbe!

- ✓ Alle Messungen gemäß VDE 0100 Teil 600, einschließlich Spannungsfall sind selbstverständlich
- ✓ Schnelle Speichereingabe per Barcodes möglich
- ✓ Übersichtliche Baumstruktur des Speichers
- ✓ Für Ihre Sicherheit: CAT IV
- ✓ Strommessung mit flexiblem Sensor – auch für unterbrechungsfreie Erdungsmessung

[www.gossenmetrawatt.com](http://www.gossenmetrawatt.com)

S. 26 INFORMATIONSTECHNIK:

### Steckverbinder in der Telekommunikation

Digitale Anschlussstechnik



# Gut gesteckt

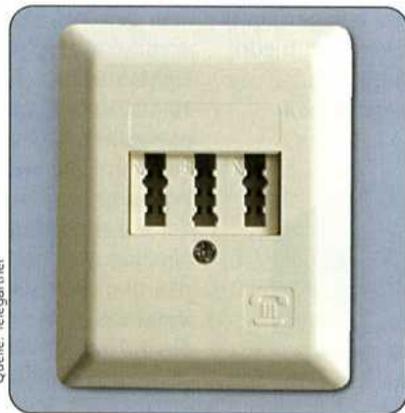
## Telekommunikationstechnologien und Steckverbinder gestern, heute, morgen

Nichts Neues unter der Sonne ... sie ist zum Teil immer noch im Einsatz: die alte Anschlussdose für den Telefonanschluss. Die Digitalisierung der Kommunikationstechnik, insbesondere das Internet, revolutionierte die Anschluss- und Verbindungstechnik.

Es ist noch gar nicht so lange her, da wurde die Integration der Telefonie in das Datennetz als richtungsweisende Entwicklung gefeiert. Autosensing, also die automatische Wahl der optimalen Übertragungsrate, Power over Ethernet, die Energieversorgung der Endgeräte über das Datenkabel und Voice over IP, die Übertragung der Sprache über das IP-basierende Datennetz, machen es möglich. Auch das Übertragungsverfahren des Gigabit-Ethernets, der sogenannte Dualduplex, bei dem die Daten in beide Richtungen gleichzeitig auf denselben Aderpaaren übertragen werden, wurde hochgelobt.

Der geneigte Leser, der zumindest Grundkenntnisse in der Übertragungstechnik und vielleicht ähnlich viele graue Haare besitzt wie der Verfasser, mag bei diesem Hochgesang wohl schmunzeln: Fernspeisung, Richtungstrennungsvorfahren, das alles ist nicht neu. Es sind seit vielen Jahrzehnten bewährte Techniken der Telekommunikation, der Ur-Telefonie, wenn man so will. Wieso sollte man das Rad auch neu erfinden? Schließlich hat die Datentechnik sich aus der Telefontechnik entwickelt, und anfangs haben die beiden sogar die gleiche Verkabelung benutzt.

In Deutschland löste die TAE-Dose auch schon bald die fest angeschlossene VDo4-Technik ab. VDo4 bot zwar



Quelle: Telegärtner

Bild 1: TAE-Dose, der Anfang, heute noch aktuell



Quelle: Telegärtner

Bild 2: ADo8-Dose, Anschlussdose achtpolig

auch Steckkontakte, war aber unter einer geschraubten Zentralplatte verborgen und damit quasi festgeschlossen.

Mit der TAE-Dose konnte der Nutzer erstmals selbst Endgeräte an- und ausstecken. Ein wichtiger Schritt in Richtung des liberalisierten Marktes, zumindest für Endgeräte, bei welcher Telegärtner maßgeblich die Entwicklung des TAE-Systems mitgetragen hat (Bild 1).

### Blick zurück mit Stolz

Die ersten Terminals, bestehend aus Bildschirm und Tastatur (die Computermouse war damals noch nicht erfunden), waren über einfache Telefonleitungen mit dem Zentralrechner, dem sogenannten Mainframe, verbunden. Um diesen von immer wiederkehrenden Routineaufgaben zu entlasten, führte man Zwischenrechner ein, und bald darauf begann man, immer mehr Rechenleistung zu den Endgeräten zu verlagern: Die verteilten Systeme waren geboren, und aus den »dummen« Terminals wurden intelligente PCs, die nur bei Bedarf auf die Dienste des Zentralrechners zugriffen. Der Zentralrechner verlor seine dominierende Stellung und wurde zum Dienstleister, zum Server (engl. to serve = dienen).

Auch in die Ferne konnte man schon Daten übertragen: Modems setzten die digitalen EDV-Signale in analoge Signale um, denn das Fernsprechnetz war zur damaligen Zeit noch analog. Einige erinnern sich noch an den klobigen ADo8-Stecker (ADo8 = Anschlussdose achtpolig), den man mit Stiften mechanisch codieren konnte,



Quelle: Sigurd Schobert



Quelle: Telegärtner



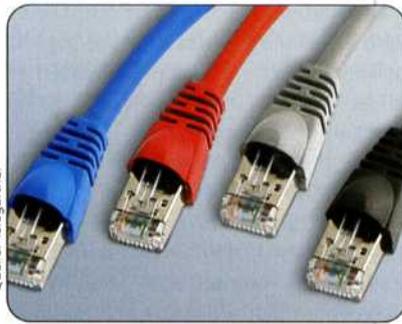
**Bild 3: BNC-Stecker, im Einsatz bei 10Mbit-Ethernet, Koaxialkabel**

Quelle: Telegärtner



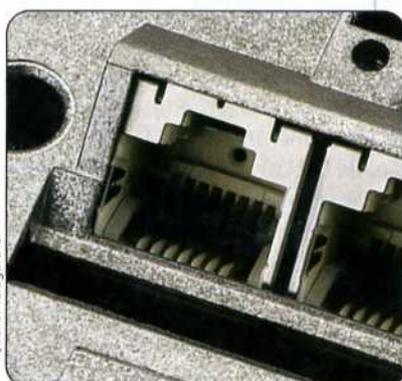
**Bild 4: Screened EAD, heute schon Seltenheit**

Quelle: Telegärtner



**Bild 5: RJ45-Stecker, der Klassiker**

Quelle: Telegärtner



**Bild 6: Das Gegenstück RJ45-Buchse**

um zu verhindern, dass Geräte an die falsche Dose angeschlossen wurden (Bild 2).

**Yellow Cable – gelb, starr und exakt auf Länge**

Die US-Firmen Digital, Intel und Xerox entwickelten das erste kommerziell nutzbare Ethernet über dicke Koaxialkabel. Zwei Versionen gab es davon, doch keine war mit 10Base-5, dem durch IEEE, dem amerikanischen Institute of Electrical and Electronics Engineers, genormten Ethernet IEEE 802.3 vollständig kompatibel, auch wenn alle das gleiche Kabel verwendeten. Dieses besaß einen leuchtend gelben Außenmantel, damit niemand es versehentlich für ein einfaches Telefonkabel hielt und falsch behandelte. Um ein Gerät anzuschließen, musste der Installateur das Kabel anbohren und den Innenleiter mit einer sogenannten Vampirklammer (engl. tap) kontaktieren.

**Thin Wire – die Drähte werden dünner**

Schon bald hielt das Thin Wire (»dünner Draht«), auch Cheaper Net (»billigeres Netz«) genannt, Einzug in die Gebäude. Genormt als 10Base-2 bot es zwar nur noch maximal 185 Meter Leitungslänge (inklusive Anschlussleitungen zu den Engeräten!), doch der verwendete Kabeltyp RG 58 war dünner, flexibler und preiswerter als das dicke Yellow Cable. Als Stecker kam der bewährte BNC-Stecker zum Einsatz (Bild 3).

Doch beide Koaxialnetze besaßen gegenüber heutigen Netzen einen riesigen Nachteil: Sollte ein Computer in das Netz eingefügt werden, musste das ganze Netz heruntergefahren werden, denn der Koaxialstrang durfte nicht einfach geöffnet werden.

Eine unterbrechungsfreie Anschlussdose musste her, und wieder einmal war Telegärtner Vorreiter: Aufgrund der Problemstellung, der Unterbrechung beim Einfügen eines Computers in das Netz, skizzierten Telegärtner Techniker bei einer Kundendiskussion auf einer Serviette das EAD-System, die Endgeräte-Anschluss-Dose, die kabelkanalseitig zwei BNC-Anschlüsse für den Koax-Strang und vorderseitig eine modifizierte Variante des bewährten TAE-Stecker besaß (mit zusätzlichem Steckrahmen, um zu verhindern, dass empfindliche EDV-Geräte verse-

**GRÄSSLIN**  
YOUR SENSES. OUR SOLUTIONS.

Grässlin –  
Ein gutes Gefühl.



**Zeitschalttechnik für höchste Energieeffizienz**

Die präzise Steuerung von Zeit, Temperatur und Licht garantiert einen bedarfsgerechten Energieverbrauch und leistet langfristig einen zuverlässigen Umweltbeitrag.

Besuchen Sie uns auf der

**light+building**

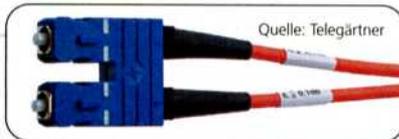
Frankfurt am Main  
11. – 16. April 2010  
Halle 8, Stand A48



[www.graesslin.de](http://www.graesslin.de)



**Bild 7: ST-Stecker, für die »Glas- kupplung«**



**Bild 8: Duplexstecker, beide Rich- tungen in einem Stecker**



**Bild 9: LC-Stecker**

hentlich an einer Telefondose ange- schlossen wurden). Durch diese bahnbrechende Erfindung konnten PCs und Drucker nun im laufenden Netzbetrieb eingesteckt und abgezogen werden. Die Anwender waren begeistert.

Bald darauf kam die geschirmte Variante scEAD (»screened EAD«) auf den Markt. Die Serviette ist leider nicht mehr erhalten, doch sind auch 2010 noch Datennetze zuverlässig mit EAD- oder scEAD-Komponenten in Betrieb (Bild 4).

**Weiter, schneller, dünner – die Zeit geht weiter**

Mit 10Base-2 waren erstmals ansatzweise sternförmige Verkabelungen möglich. An sogenannte Multiport-Repeater konnten mehrere Koax-Stränge angeschlossen werden. Die Sternstruktur bot eindeutige Vorteile bei der Gliederung und Strukturierung der Netze. Der nächste Schritt war nur logisch und konsequent: Jedes Endgerät erhielt eine eigene Leitung, und diese Leitungen liefen an einem zentralen Sternpunkt zusammen, verbunden durch sogenannte Sternkoppler oder Hubs (engl. hub = Radnabe). Statt aufwendig zu konfektionierender Koax-Leitungen wurden wieder Leitungen mit verdrehten Aderpaaren (Twisted Pair) eingesetzt.

Die neue Netzform erhielt einen eigenen Namen: 10Base-T. Dabei steht

»10« für die Datenrate in Megabit pro Sekunde, »Base« für die Übertragungsart, also Basisband (das Datensignal wird in dem Frequenzband übertragen, in dem es erzeugt wurde) und »T« für den Leitungstyp Twisted Pair.

Die verschiedenen Sternpunkte wurden untereinander durch Glasfaserleitungen verbunden. Für die Glasfaserverkabelung gab es mehrere Varianten. In Gegensatz zu den USA konnte sich die Faser mit dem Kerndurchmesser von 62,5µm in Europa jedoch nie so richtig durchsetzen. Hier wurden von Anfang an Fasern mit einem Kerndurchmesser von 50µm bevorzugt.

Ethernet löste sich bei höheren Datenraten vollständig von der Koax-Verkabelung und lief fortan über Glasfasern oder Twisted-Pair-Leitungen. Durch die vorherrschende Stellung des Ethernets dominierten bald Leitungen mit 100Ohm Wellenwiderstand, und Token Ring, dessen Leitungen ursprünglich einen Wellenwiderstand von 150Ohm besaßen, musste sich für die restlichen Jahre anpassen.

1995 wurde mit der DIN EN 50173 dann endlich die erste Verkabelungsnorm veröffentlicht: Twisted Pair-Leitungen, 100Ohm Wellenwiderstand, maximale Leitungslänge 90 Meter fest verlegt und Rangier- und Anschlusskabel von jeweils bis zu 5 Metern, das waren damals die Festlegungen bei Kupferverkabelungen. Als Stecker wurde der RJ45 vorgeschrieben, der – wie

sollte es anders sein – aus der Telefon- technik abgeleitet war (Bild 5).

»Westenstecker« wurde er damals genannt, nach der amerikanischen Firma Western Electric. Ein praktischer Stecker, klein, handlich und verdrehsicher, mit automatischer Verriegelung gegen unbeabsichtigtes Abziehen. In den Verteilerschränken wurden nie geahnte Packungsdichten möglich, und auch der Anwender freute sich über den einfach zu handhabenden Stecker. Der einzige Nachteil: Es gab eine ganze RJ-Steckerfamilie, und besonders die bei Telefonen beliebten Typen RJ11 und RJ12 bereiteten manchem IT-Verantwortlichen Kopfzerbrechen. Von Laien auf den ersten Blick nur schwer vom RJ45 zu unterscheiden, besaßen jene beiden nur 4 bzw. 6 Kontakte und waren etwas schmaler (Tabelle).

In die RJ45-Buchse gesteckt, konnten sie leicht deren äußere Kontakte 1 und 8 beschädigen. Und gerade Kontakt 1 wird bei allen Ethernet-Arten zwingend benötigt. Auch hier sprang Telegärtner in die Bresche und entwickelte RJ45-Buchsen mit integriertem Überbiegeschutz. In diese RJ45-Buchsen kann 750 mal ein RJ11 oder RJ12-Stecker gesteckt werden – die Kontakte nehmen keinen Schaden, und der Ethernetanschluss funktioniert immer noch. Sogar bei Datenraten bis 10 Gigabit pro Sekunde – garantiert (Bild 6).

**Glasfasertechnik Made in Germany**

Hoch präzise, zuverlässige Verbindungen bei vertretbaren Kosten – das sind die Anforderungen an LWL-Steckverbinder. Die Lichtwellenleiter (LWL) hielten ab den 80er-Jahren Einzug in die Datentechnik. Aus der Vielzahl verschiedener Steckertypen setzte sich der ST-Stecker durch (Bild 7).

Verdrehsicher und mit einem Bajonetverschluss wie beim BNC-Stecker der Koax-Netze ausgestattet war er eine gute und wirtschaftliche Lösung. Zwei Nachteile hatte er jedoch: Es gab keinen Duplexstecker, so dass die Stek-

RJ-STECKFAMILIE		
RJ10	4/4-poliger modularer Stecker/Buchse	Handapparateschnur
RJ11	4/6-poliger modularer Stecker/Buchse	Anschlussleitung, analoges Endgerät, z. B. Telefon
RJ12	6/6-poliger modularer Stecker/Buchse	Anschlussleitung, analoges Endgerät mit Sonderfunktion, z. B. Faxgerät mit Erdfunktion
RJ45	8-poliger modularer Stecker/Buchse	Anschlussleitung digitaler Endgeräte, z. B. ISDN Telefon, Netzwerke, Computer

Tabelle: Klassifizierung: USOC Universal Service Order Code (univers. Bestellcode)

ker für Senden und Empfangen anhand der Netzdokumentation gesteckt werden mussten, falls es eine aktuelle Dokumentation gab. Bei ST-Steckern in der Ausführung ST I/ST II bewegt sich die gefederte Ferrule, die die Faser enthält, jedoch bei stärkerer Zugbelastungen am Kabel, was zu Unterbrechungen und hohen Bitfehlerraten führen kann (nicht beim STIII). Daher wurde der ST-Stecker schon bald durch den verdrehsicheren SC-Stecker abgelöst, den es auch in Duplexausführungen gab (Bild 8).

Mit dem SC-Stecker war jedoch nicht Schluss. Der hochpräzise LC-Stecker, dessen Duplexvariante gerade mal so viel Platz beansprucht wie ein RJ45-Stecker, und der Zweifaserstecker MT-RJ folgten (Bild 9).

### FTTx – die Glasfaser rückt näher

Hohe Datenraten und hohe Ausfallsicherheit sind nicht auf Rechenzentren beschränkt. Auch der Bandbreitenbedarf gewerblicher und privater Anwender steigt jährlich, und es ist noch immer kein Ende in Sicht. Triple Play, also Fernsehen, Telefonie und Internet über einen gemeinsamen Anschluss, ist in vielen Städten bereits Realität, und bei video- und grafikbasierenden Anwendungen stehen wir erst am Anfang. Das erklärte Ziel der deutschen Bundesregierung, bis 2014 dreiviertel aller Haushalte mit 50Mbit/s anzubinden, stellt höchste Anforderungen an die Versorgungsleitungen. Auch wenn das ehrgeizige Ziel nicht im geplanten Zeitrahmen erreicht werden sollte, die vorhandenen Kupferleitungen des Zugangsnetzes (engl. access net) können schon lange nicht mehr mithalten. Die Glasfaser rückt im Stadtnetz immer näher an die Gebäude und Endanwender, um die geforderten Bandbreiten zur Verfügung zu stellen: Fiber-to-The-Curb (Glasfaserkabel bis zum Kabelverzweiger (KVz)), Fiber-to-the-Building (Glasfaserkabel bis zum Gebäude) und Fiber-to-the-Home (Glasfaserkabel in jeden Haushalt) sind nur drei Beispiele der vielfältigen FTTx-Technologie (Bild 10).

### Moore's Law – und wie geht es weiter?

Natürlich ist mit den skizzierten Entwicklungen nicht Schluss. Nach Dr. Gordon Earle Moore, ehemaliger CEO der Intel Corporation, verzehnfacht sich die

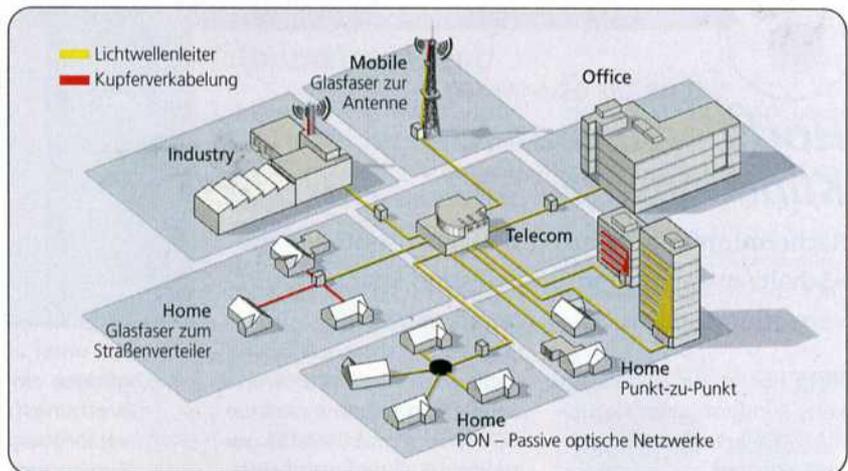


Bild 10: FTTx-Netzstruktur, Kupfer und Glas, strukturierte Verkabelung

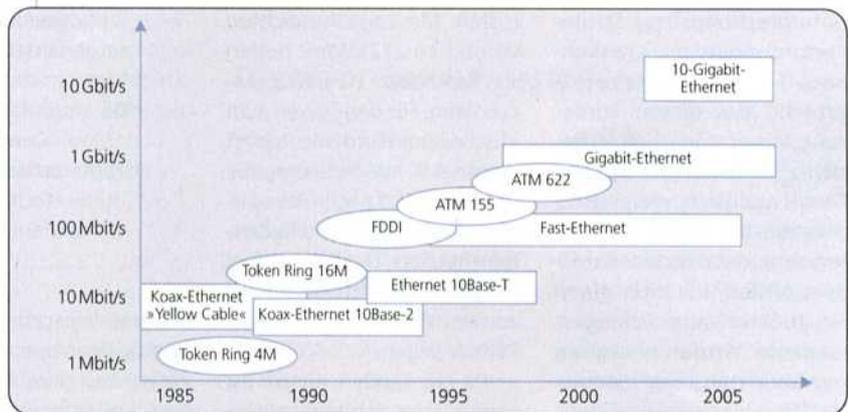


Bild 11: Entwicklung der LAN-Technologien

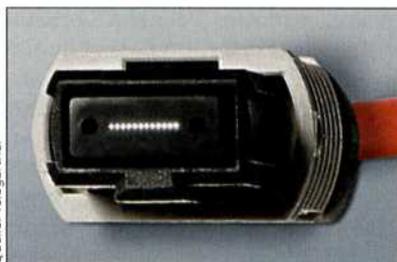


Bild 12: MTP/MPO-Stecker, für vorkonfektionierte Leitungen in vielen Rechenzentren

### MEHR INFOS

**Weiterführende Artikel**  
Hintergrundwissen zu 10Gigabit, »de«  
1-2/2010, S. 60, Serie

- Links**
- [www.telegaertner.de](http://www.telegaertner.de)
  - [falco.lehmann@telegaertner.com](mailto:falco.lehmann@telegaertner.com)

**Noch Fragen?**  
Sigurd Schobert  
Telefon: (089) 1 2607-244  
[schobert@de-online.info](mailto:schobert@de-online.info)

Übertragungsbandbreite durchschnittlich alle zehn Jahre – eine Tendenz, die seit Jahrzehnten anhält (Bild 11).

10-Gigabit-Ethernet ist bereits Realität, 40-Gigabit-Ethernet kommt und 100-Gigabit-Ethernet wird in naher Zukunft folgen. Erstmals wird eine einzelne Multimode-Glasfaser nicht die volle Übertragungsbandbreite zur Verfügung stellen können. Eine Verbindung wird dann aus bis zu 20 Kanälen zu je 10 Gigabit pro Sekunde bestehen, ein Kanal pro Faser.

Damit wird der MTP/MPO-Stecker, der für vorkonfektionierte Leitungen bereits heute in vielen Rechenzentren eingesetzt wird, weiter Aufschwung erhalten (Bild 12).

Sicher ist nur, dass auch mit 100 Gigabit pro Sekunde nicht Schluss sein wird: Terabit-Ethernet nimmt in den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen Gestalt an. Und natürlich ist Telegaertner wieder vorne mit dabei.

Falco Lehmann  
Telegaertner Karl Gärtner GmbH