

# Verkabelung von Industrial Ethernet

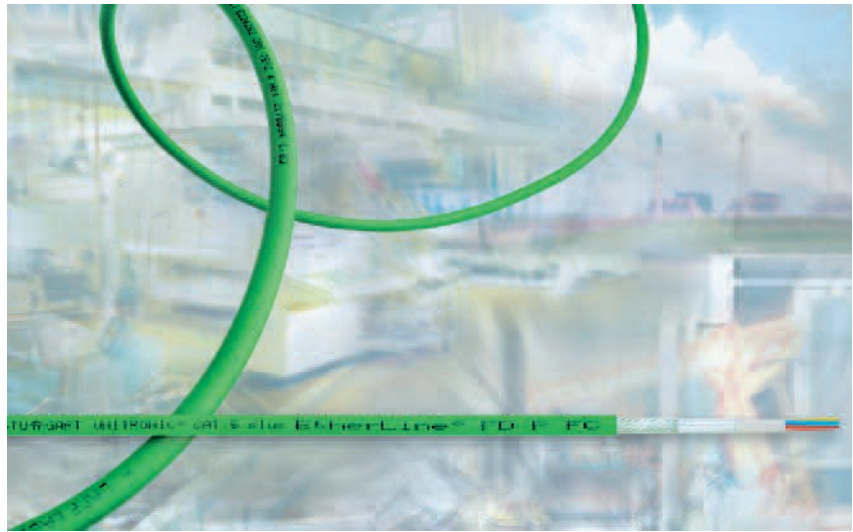
Hans Euler

**Die Beschaffenheit der Leitung spielt bei Industrial Ethernet eine wichtige Rolle. Im Gegensatz zur sauberen Umgebung im Büro ist die Verkabelung bei Industrial Ethernet mechanischer, chemischer und thermischer Belastung ausgesetzt.**

**E**in kurzer Rückblick: Die Entwicklung der Ethernet-Technologie begann im kalifornischen Xerox Palo Alto Research Center (PARC). Dr. Robert Metcalfe realisierte 1973 die Netzanbindung eines Druckers über eine Ethernet-Verbindung. Anfangs nur mit einer Bitrate von ca. 3 Mbit/s, die jedoch 1983 auf 10 Mbit/s anstieg und in der Norm IEEE 802.3 standardisiert wurde. Die nächsten Stufen der Bitratenerhöhung kamen 1995 mit 100 Mbit/s und 1998 mit 1000 Mbit/s (1 Gbit/s).

Kabeltechnisch begann es mit den Koaxialleitungen 10base5 (yellow cable) und 10base2 (thin cable), die etwa ab 1990 weitestgehend durch Twisted-pair-Leitungen und Lichtwellenleiter ersetzt wurden. Während Fast Ethernet (100 Mbit/s) mit zwei Aderpaaren auskommt, so benötigt man für die Übertragung von 1000 Mbit/s in jedem Fall vier Paare. Die Twisted-pair-Leitungen für Industrial Ethernet entsprechen elektrotechnisch mindestens den bekannten Kat-5e-Leitungen aus dem Bürobereich.

Hans Euler, Produktmanager,  
Lapp Kabel, Stuttgart



Quelle: Lapp Kabel

## Kabel für Industrial Ethernet sind hohen Belastungen ausgesetzt

### Hohe Belastung

In der industriellen Umgebung sind die Kabel v.a. folgenden Einflüssen bzw. Belastungen ausgesetzt:

- Mechanisch, z.B. Schleppkettenanwendung, häufig bewegte Maschinenteile, Roboteranwendung (Torsionsbelastung)
- Chemisch, z.B. Öle, Kühl-/Schmiermittel, Fette, Chemikalien, Säuren, Laugen, Tenside, Reinigungsmittel
- Thermisch, z.B. sehr hohe oder sehr niedrige Temperaturen

Erschwerend kommt hinzu, dass die Belastungen oft nicht einzeln auftreten, sondern auch in Kombination miteinander (Tabelle 1). Für den Kabelentwickler stehen daher der Leitungsaufbau sowie vor allem das Außenmantelmaterial im Fokus der Betrachtung. So garantiert z.B. der Anbieter Lapp Kabel, dass Lei-

tungen aller Art (nicht nur Industrial-Ethernet-Leitungen) den Anforderungen im industriellen Umfeld standhalten. Alle Anforderungen wie Schleppkettenfähigkeit, Torsionsfestigkeit und Beständigkeiten gegen bestimmte Flüssigkeiten werden in den firmeneigenen Labors und Testanlagen vor Freigabe des Produktes nachgewiesen.

Seit vielen Jahren sind bei Lapp Kabel die bekannten 10base5- und 10base2-Leitungen für die Ethernet-Verkabelung im Büro im Programm. Ihnen folgten ebenfalls vor etlichen Jahren die 2- und 4-paarigen Industrial-Ethernet-Leitungen mit Querschnitt AWG24 und AWG26 unter dem Markennamen »Etherline« (Bild). Dafür gibt es verschiedene Varianten für die feste Verlegung, für flexible und hochflexible Anwendungen sowie Typen mit verschiedenen Außenmantelmaterialien.

## Vergleich Büro-Fabrik




Parameter	Büro	Fabrik
Umgebung	sauberes Büro	Belastung durch Staub, Schmutz, Öle, Chemikalien, Luftfeuchtigkeit, starke elektromagnetische Felder
Datenmengen	bis in Mbit/s-Bereich	niedrig bis 1 bit
Reaktionszeiten	s	niedrig bis in µs-Bereich
Schutzklassen	IP 20 / IP 54	IP 20 im Schaltschrank, IP 67 außerhalb des Schaltschranks
Mögliche Konsequenzen eines Ausfalls	Datenverlust, Produktionsverlust	Datenverlust, Produktionsverlust, Maschinenschaden, Risiken für Menschen und Umwelt

**Tabelle 1: Die Rahmenbedingungen für Ethernet-Verkabelung in der Industrie unterscheiden sich erheblich von denen der Bürowelt**

### Kabel für Profinet

In der Zwischenzeit etabliert sich mehr und mehr die Profinet-Technologie in der Industrieautomation mit Leitungsquerschnitten AWG22 für alle Applikationen, um auch bei flexibler und hochflexibler Anwendung die 100 m Segmentlänge (wie im Büro) zu erreichen. Profinet klassifiziert die Leitungstypen nach Typ A (fest verlegt), Typ B (flexible Anwendung) und Typ C (hochflexible Anwendung). Die Kupferleiter reichen von der Massivausführung (Typ A) über die 7-drähtigen Versionen (Typ B) bis hin zu den 19-drähtigen (Typ C). Je fein-

## Profinet-Verkabelung

Leitungstyp	Aufbau	Anwendung	Bild
A	Massivleiter	feste Verlegung	
B	Litzenleiter (7-dräftig)	flexible Anwendung, bei Vibration	
C	Litzenleiter (19-dräftig)	für hochflexible Anwendung (z.B. Schleppketten, Roboter, häufig bewegte Maschinenteile usw.)	

**Tabelle 2: Je nach Anwendung unterscheidet man drei Kabeltypen für Profinet**

dräftiger der Leiter ist, desto je höher ist die Flexibilität (Tabelle 2). Jedoch spielen auch andere Parameter wie die Verseilschlaglänge eine wichtige Rolle.

Auch für Profinet bietet Lapp Kabel ein qualifiziertes Leitungsprogramm. Eine torsionsfeste Ausführung für die Roboteranwendung ist gegenwärtig in der Entwicklung und im Test. Auch runden spezielle Leitungstypen wie z. B. eine armierte Version, eine flexible Hybridversion (mit Spannungsversorgung) und ein Typ A mit Nagetierschutz das Programm ab. Derzeit gibt es allerdings kein 4-adriges Profinet-konformes Kabel, da Profinet per Spezifikation 2-adrig verkabelt wird.

### Verkabelung per LWL

Die Verkabelung von Industrial Ethernet lässt sich auch per Lichtwellenleiter realisieren. Hier reichen die Möglichkeiten von der Kunststoff-Faser POF (Polymer Optical Fibre, für kurze Entfernungen bis ca. 50... 60m) über eine kunststoffummantelte Glasfaser PCF (Polymer Cladded Fibre, bis ca. 500m) bis hin zu der klassischen Glasfaser GOF (Glass Optical Fibre, bis zu 4km je nach Anwendung).

Bei einer gemischten Verkabelung (Cu + LWL) sorgt eine Medienkonverter für den Übergang von einem Übertragungsmedium auf das andere. Dies kommt z.B. zur Anwendung, wenn durch starke elektromagnetische Felder hindurch verkabelt werden soll. In diesem Abschnitt wird dann eine störungsunempfindliche LWL-Leitung eingesetzt.

### Ausblick

Was die Länge der Verkabelung anbelangt, so wird immer wieder auf die Norm EN 50173 bzw. ISO/IEC 11801 für die »Strukturierte Verkabelung« verwiesen. Sie spricht von 90m im Horizontalbereich und 2 x 5m im Arbeitsplatzbereich gleich gesamt 100m. Analog zu dieser Norm erwarten die Experten einen Cenelec-Entwurf »Industrial Premises« unter EN 50173-3 und weltweit unter ISO/IEC 24702, der Parallelen zur Büroverkabelung aufweist. Allerdings bestimmt und beschränkt die Art und Anzahl der eingesetzten aktiven und passiven Komponenten (z.B. Switch, Hub, Medienkonverter oder Steckverbinder) die mögliche Länge. ■