

# Ethernet in der Produktion

Oft ist in Betrieben des produzierenden Gewerbes zur Steuerung der Produktion noch veraltete Netzwerktechnik im Einsatz. Dadurch auftretende Schwierigkeiten in der Automatensteuerung wie z.B. Längenbeschränkungen zwischen Steuerreinheit und Maschine, Störanfälligkeit von Netzkabeln bzw. umständliche Administration machen eine reibungslose Produktion oftmals unmöglich.

**Fallbeispiel** Ein metallverarbeitender Großbetrieb im produzierenden Gewerbe (Automobilzulieferungsbranche) nutzt in der Automatisierung- und Prozessleittechnik RS232-Schnittstellen für die Ansteuerung verschiedener Maschinen. Zur Fertigung von Komponenten für diverse Baugruppen (Ausführung von Stanz-, Loch-, Fräß- und Biegearbeiten) ist eine dezentrale Organisation verschiedener Maschinen vorzufinden, welche über RS232-Schnittstellen an das bestehende Steuerungssystem (basierend

auf Kupferverkabelung) angebunden sind. Die Produktionshalle ist ca. 500 Meter lang.

Die Ansteuerung dieser Gerätegruppen erfolgt direkt über jeweils lokal installierte PCs, die nicht mit einem Netzwerk verbunden sind. Abbildung 1 beschreibt die Situation.

**Probleme und Restriktionen** Problematisch bei der im Fallbeispiel beschriebenen Situation erweist sich die starke Dezentralisierung der einzelnen Steuer-PCs.

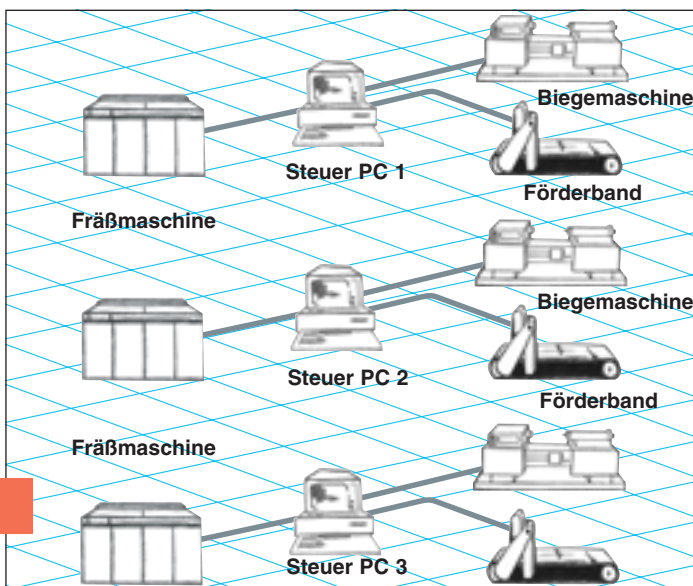


Abbildung 1: Bestehende Situation

Die Ermangelung eines Single-Point-of-Failure bzw. eines Single-Point-of-Administration bedingt einen erhöhten Aufwand für Softwarepflege, Wartung und Updates. Die laufende Problembehebung wird dadurch wesentlich erschwert.

Durch die Verwendung von Kupferkabeln zwischen Steuer-PC und Maschinen ist die gesamte Applikation verstärkt Störeinflüssen ausgesetzt. Starkstromleitungen, Magnetfelder und dergleichen können einen reibungslosen Ablauf der Maschinenansteuerung somit leicht negativ beeinflussen.

Längenbeschränkungen von Kupferkabeln in Verbindung mit RS232-Schnittstellen werden von der EIA/TIA mit 15 m bei 9600 bps bzw. 7,6 m bei 19200 bps Datentransferrate benannt. Hinzu kommen Anbindungsprobleme wegen häufig auftretender unklarer Belegung von Kabeln durch unterschiedliche Hersteller (Hand-Shake-Signale!). Die Problematik mit der beschränkten Länge ist häufig gerade bei Applikationen mit gekreuzten Kabelverbindungen (DTE/DTE, DCE/DCE) anzutreffen.

**Lösungsmöglichkeiten** In der Automatisierungs- und Prozessleittechnik geht der Trend hin zu offenen und transparenten Systemlösungen. Diese Steuerungen basieren zunehmend auf PC-Ebene mit Intra-/Internet Zugang. Der wichtigste Standard dabei bildet das TCP/IP Protokoll und die Ethernet basierenden Netzwerkstrukturen.

Durch diese Schnittstellen stehen dem Anwender verschiedene Möglichkeiten der Anbindung zur Verfügung.

Neben der Kupferanbindung vor allem auch die Glasfaseranbindung. Durch den Einsatz von Fiberoptikkabel kann man große Entfernungen überbrücken. Äußere Störeinflüsse, wie Starkstrom, Magnetfelder etc. beeinträchtigen das Fiberoptikkabel nicht.

- Vorteile von Fiberoptikkabel:
- Größere Bandbreite: Fiberoptikkabel kann mehr Daten mit grösserer Wiedergabetreue transportieren als eine Kupferleitung.
  - Geringe Dämpfung und somit grössere Reichweite: da das Fiberoptiksignal aus Licht besteht, tritt nur ein sehr geringer Signalverlust während der Übertragung auf – die Daten können sich mit höheren Geschwindigkeiten und auf grössere Entfernungen bewegen.
  - Fiberoptikkabel sind dünn und benötigen daher weniger Platz in Kabelkanälen
  - sehr flexibel unter Berücksichtigung von Biegeradien
  - Sicherheit: Die Daten sind sicherer mit Fiberoptikkabel. Es strahlt keine Signale aus und lässt sich nur äusserst schwer „anzapfen“.
  - Störfestigkeit: Fiberoptik ist absolut immun gegenüber Interferenzen. Die Faser besteht aus Glas, das ein Isolator ist, so dass kein elektrischer Strom durchfließen kann.

Eine Frage, die häufig im Zusammenhang mit Glasfaserkabeln auftaucht, ist die Entscheidung für Simplex- oder Duplex Fiberoptikkabel? Da Simplex-Fiberoptikkabel aus nur einem Fiberoptiklink besteht, wird es sinnvollerweise für Applikationen gewählt, die Datentransfer in nur eine Richtung erfordern. Simplex gibt es in Singlemode- und Multimode-Ausführung.

Verwenden Sie Duplex-Fiberoptikkabel für Applikationen, bei denen gleichzeitiger, bidirektionaler Datentransfer erforderlich ist. Duplex gibt es in Singlemode- und Multimode-Ausführung. Generelle Empfehlung: 2 Fasern.

Darüber hinaus kann sich der Anwender prinzipiell zwischen Singlemode und Multimode Glasfaserkabeln entscheiden.

### FACHBEGRIFFE erklärt ...

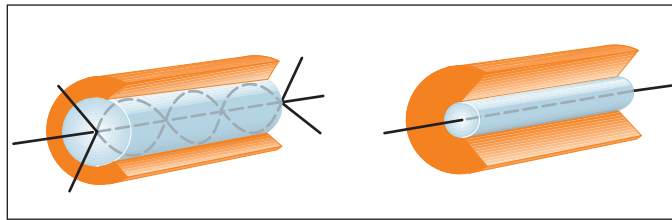
Single- im Vergleich zu Multimode-Fiberoptik

Multimode-Fiberoptikkabel hat einen Kern mit großem Durchmesser und verfügt daher über mehrere Ausbreitungsmodi – d.h. im Fiberoptikkern werden mehrere Wellenlängen des Lichts verwendet.

Im Gegensatz dazu hat Singlemode-Fiberoptikkabel einen kleinen Kern und nur einen Ausbreitungsmodus. Da sich Licht nur in einer einzigen Wellenlänge durch den Kern bewegt, können nicht mehrere Wellenlängen überlappen und Daten zerstören. Was bringt Ihnen das? Eine bis zu 50 mal größere Reichweite mit Singlemode als mit Multimode.

Für den Multimode-Bereich (LAN) bis zu 2 km, für Singlemode-Bereich (LAN und WAN) bis zu 70 km (mit Long-Distance-Modulen). Einige Hersteller bieten Glasfasermodule an mit einer Übertragungsrate mit 1 Gigabit bis zu 70 km.

Durch diese Eigenschaften, können dezentrale Maschinen zu zentralen Systemen zusammengeführt werden. Dies vereinfacht die Administration. Auch sind an



#### Multimode-Fiberoptikkabel

Kerndurchmesser: 50, 62,5 oder 100 µm; Cladding-Durchmesser: 125 µm

den zentralen Stellen einfacher Redundanzen aufzubauen, um so ein Maximum an Verfügbarkeit zu gewährleisten.

Welche Ferrulen (Steckverbinder) verwendet man? Keramik oder Komposit? Als allgemeine Regel gilt, dass Keramikferrulen für wichtige Netzwerkverbindungen wie Backbone-Kabel verwendet werden sollten. Sie sind auch für Verbindungen geeignet, die oft geändert/umgepatcht werden, wie jene in Verteilerstandorten. Keramikferrulen sind präziser gegossen und liegen enger an der Faser an, was dem Fiberoptikkabel einen geringeren optischen Verlust (Dämpfung) verleiht. Verwenden Sie Kompositfer-

#### Singlemode-Fiberoptikkabel

Kerndurchmesser: 7,1 oder 8,5 µm; Cladding-Durchmesser: 125 µm

regeln für Verbindungen, die für den Gesamtbetrieb des Netzwerkes weniger wichtig sind und seltener geändert werden.

#### Umsetzung der Lösungsmöglichkeiten

Bei der Realisierung der Lösung wurden von einem zentralen Rechner aus (Umgehung der Single-Point-of-Failure- bzw. Single-Point-of-Administration-Problematik) Multimode-Fiberoptikkabel zu den Maschinengruppen hin verlegt. Um die vorhandenen Ethernet-Schnittstellen an den Geräten weiterhin nutzen zu können, kommen Medienkonverter (Glasfaser auf Kupfer) zum Einsatz. Folgende Abbildung illustriert die implementierte Lösung.

Bei der Installation der Produktlösung wurde ein besonderes Augenmerk auf die Eigenschaften von Fiberoptik, sowie Auswahl der geeigneten Fiberoptikverbinder und die Verarbeitungsqualität der durchgeführten Installation gelegt.

Eigenschaften von Fiberoptikkabel bei der Verarbeitung: Spezifischer Leitungsverlust – Während sich das optische Signal durch den Fiberoptikkern bewegt, verliert das Signal unvermeidlich an Geschwindigkeit durch Absorption, Reflexion und Streuung.

Mikrobiegung – Mikrobiegungen sind kleinste Abweichungen in der Faser, die durch übermäßige Biegungen, Quetschungen und Knickstellen entstehen.

Anschlussverlust – Dieser tritt auf, wenn zwei Fiberoptiksegmente schlecht zueinander ausgerichtet sind.

Kupplungsverlust – Ähnlich wie der Anschlussverlust führt der Kupplungsverlust zu reduzierter Signalleistung. Bei der Frage nach den geeigneten Ferrulen wählte man preisgünstige Kompositferrulen, weil die

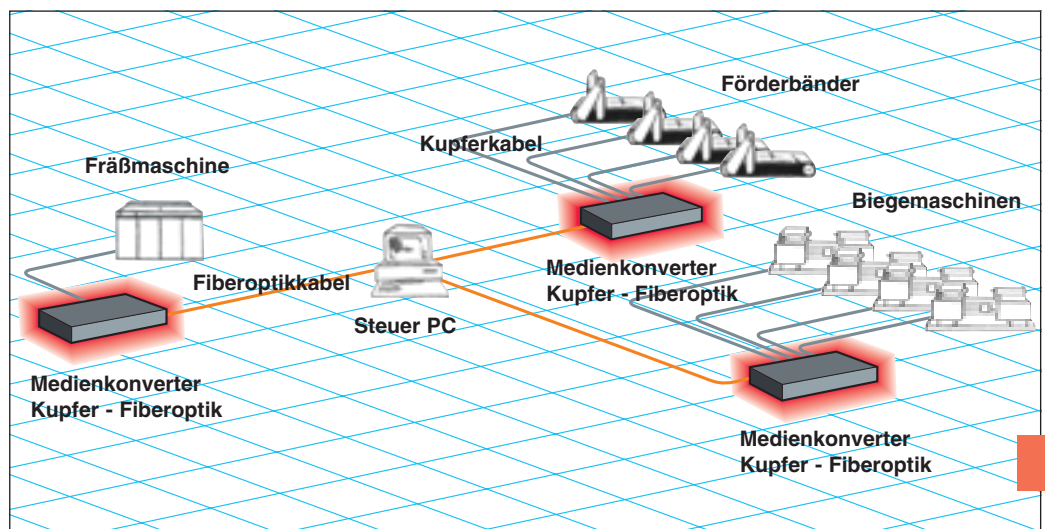


Abbildung 2: Implementierte Lösung (RS232)

Verbindungen selten geändert werden und die Präzision für den Betrieb ausreichte.

Die ideale Lösung, die aber aufgrund von Budgetrestriktionen nicht realisiert wurde, geht noch einen Schritt weiter. Hierbei wird für eine optimale Verfügbarkeit der Netzwerkressourcen eine Applikation mit Redundanzen - wie in der Abbildung unten skizziert - aufgebaut.

Bei diesem redundanten System werden zur Reduzierung von Ausfällen die Komponenten bzw. Netzwerke „doppelt“ vorgehalten. Somit kann im Falle eines Falles das nicht funktionierende Netzwerk temporär mit einer zweiten, identischen Applikation ersetzt werden. Der unterbrechungsfreie Betrieb ist damit gewährleistet. Dies ist umso mehr von Bedeutung, wenn es sich um Produktionsbetriebe mit permanent notwendiger Performance handelt.

**Exkurs: Fiberoptik in den Normen** Mit dem Inkrafttreten der ISO/IEC 11801 (2. Fassung) werden einige Veränderungen von technischen Parametern für Fiber-

optikkabel relevant.

In dieser Richtlinie sind neben der Kabeldämpfung, die pro Kilometer angegeben wird, auch Werte für die Dämpfungswerte von Steck- sowie Spleißverbindungen angegeben. Außerdem sind auch Werte für die einzelnen Teilstrecken definiert. Diese Teilstrecken sind bezüglich der Definition die gleichen, wie bei den Kupferstrecken (Primärverkabelung – 1.500 m; Sekundärverkabelung – 500 m; Tertiärverkabelung – 90 m).

Da die Glasfasern hauptsächlich im Bereich der Primär- und Sekundärverkabelung eingesetzt werden, sind die Geschwindigkeitsanforderungen in einem LAN an dieser Stelle auch am höchsten. Werden heute in der Regel 10/100 Mbit/s zum Arbeitsplatz realisiert, so ist die Anforderung in der Primär- oder Sekundärverkabelung 1000 Mbit/s oder höher.

Im Zuge der neuen Ausgabe der ISO/IEC 11801 war es notwendig, die neuen Entwicklungen normativ besser zu erfassen und eine bestmögliche Planungssicherheit zu geben.

Dabei hat man in einigen Bereichen auf die Erfahrungen im Kupferbereich zurückgegriffen. So wird es in Anlehnung an die Linkklassen D, E und F auch im LWL Bereich entsprechende Linkklassen geben:

Das bedeutet aber auch eine sehr klare und übersichtliche Abnahmemessung mit dem Dämpfungsmessgerät. Eine OTDR Messung ist auch weiterhin eine optionale Möglichkeit zur Abnahmemessung.

Die zweite wichtige Neuerung ist die Definitionen von Glasfaserkategorien (OM 1, OM 2, OM 3) für LWL Kabel. Damit werden die technischen Entwicklungen, wie die neuen laserzertifizierten Fasern oder auch die veränderten Bedingungen durch neue Sendeelemente berücksichtigt.

Häufig werden Kabel (Fasern) mit einer Spezifikation 600/1200 gefordert. Das bedeutet eine Wellenlänge von 850 nm eine Frequenz von 600 MHz und bei 1310 nm 1200 MHz. Damit ist jedoch kein Rückschluss auf die Laserfähigkeit möglich. Da LED's in Zukunft weniger

zum Einsatz kommen werden, sollte die Laserfähigkeit oder wie bei der OM3 Faser die Laserbandbreite betrachtet werden. Denn was nützen 1200Mhz (LED Bandbreite) bei 1310nm, wenn heute wie auch in Zukunft Laser zum Einsatz kommen und somit der Wert keine Aussagekraft hat. Da es zur Zeit 6 verschiedene 50µm Fasern gibt, sollte man sehr sorgfältig bei der Auswahl vorgehen.

Die Werte für Steckverbinder und Spleiße werden wie folgt definiert: bei Multimode Steckverbindungen eine maximale Einfügedämpfung von 0,75 dB und eine Rückflusdämpfung von 20 dB. Für Singlemode Steckverbindungen gilt 0,75 dB maximale Einfügedämpfung und 35 dB Rückflusdämpfung. Bei den Spleißen ist nur die maximale Einfügedämpfung mit 0,3 dB definiert.

Neu ist in diesem Fall die Anhebung der Rückflusdämpfung bei Singlemode von 20 dB auf 35 dB. Die anderen Werte sind unverändert geblieben. Für die Praxis bedeutet dies, dass bei der Planung zuerst die maximalen Längen, die Betriebswellenlänge sowie die zu übertragenden Dienste bestimmt werden sollten. Danach ist dann eine Faserwahl möglich.

Für Neustellungen sollten auf jeden Fall nur noch laserzertifizierte Fasern genommen werden (mindestens OM2).

(Arnold Trebbe)

Arnold Trebbe ist Geschäftsführer von BLACK BOX NETZWERK SERVICE Bayern GmbH E-Mail: arnold.trebbe@black-box.de

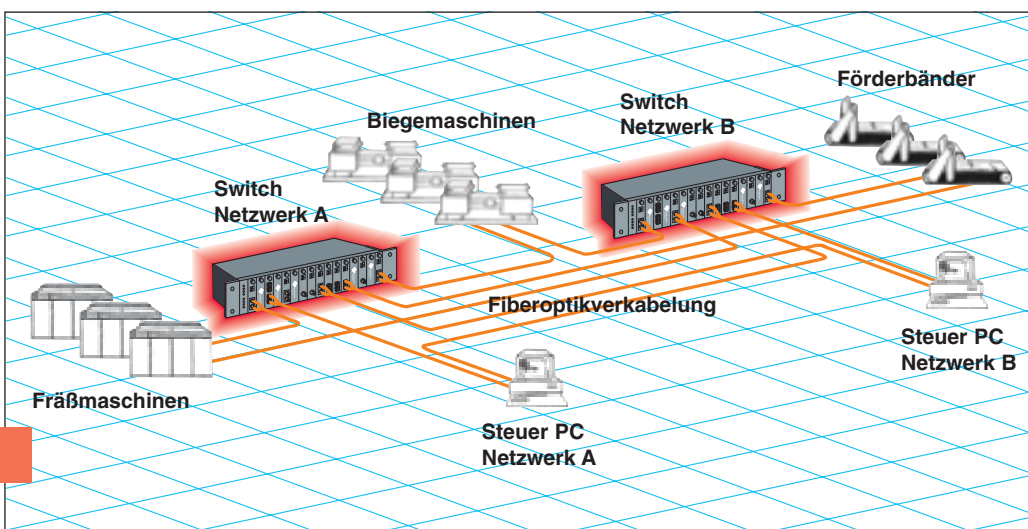


Abbildung 3: Redundantes System auf Ethernet Basis