

Datennetze für die Prozessautomatisierung

Einsatz von Lichtwellenleitern in der Feldebene

In der Prozessautomatisierung sind Maschinen und Anlagen oftmals großen Temperaturschwankungen, Schmutz oder Wasser ausgesetzt. In chemischen Anlagen oder bei der Öl- und Gas-Förderung kommt oft noch Explosionsgefahr hinzu. Unter solchen Betriebsbedingungen sind Lichtwellenleiter (LWL) erste Wahl für die Verkabelung von Datennetzen.



▲ **Lichtwellenleiter speichern und transportieren keine elektrische Energie. Somit können auch bei einem Kabelbruch keine Funken entstehen.**

Lichtwellenleiter sind mittlerweile eine bewährte Technik. So verwendet die Telekommunikationsbranche schon seit Jahrzehnten bei Langstreckenverbindungen dieses Medium, das gegenüber Kupfer eine überlegene Übertragungsgeschwindigkeit und -reichweite bietet. In der Automatisierung kommt es dagegen vor allem auf die Übertragungssicherheit an. Häufig können elektromagnetische Störungen – im Extremfall Blitzeinschläge – auftreten. Daher werden etwa in der Verkehrsautomatisierung seit vielen Jahren Lichtwellenleiter eingesetzt, und auch in der Prozessindustrie breitet sich diese Technologie weiter aus. Denn hier erfolgt die Datenkommunikation oft in explosionsgefährdeten Bereichen.

Feldebene stellt besondere Anforderungen

Die rauen Umgebungsbedingungen betreffen allerdings fast ausschließlich

die Feldebene, also die unterste Stufe der Kommunikationspyramide, mit der sich ein unternehmensweites Datenetz schematisch darstellen lässt. Auf dieser Ebene befinden sich die Sensoren und Aktoren und somit, datentechnisch gesehen, die allermeisten Ein- und Ausgabepunkte – bei einer großen Chemiefabrik können es leicht über 100.000 sein. Da die Kommunikationssysteme hinsichtlich ihrer Anschaltkosten auf verschiedenartige Anforderungen optimiert sind, gibt es in der Feldebene eine Vielzahl von Übertragungsstandards wie beispielsweise Profibus PA, Fieldbus Foundation H1, Devicenet oder Modbus. Oberhalb der Feldebene liegen die Daten in konzentrierter und aufbereiteter Form vor. In dieser so genannten Steuerungsebene dominieren daher die schnellen und echtzeitfähigen Feldbusse wie Profibus DP oder Controlnet. Zur Pyramidenspitze hin schließt sich in der Leitebene Ethernet an, das sich mit einer

Vielzahl von Protokollvarianten wie Profinet, Ethernet/IP oder Modbus TCP/IP mittlerweile auf die Steuerungsebene ausweitet.

Unabhängig vom verwendeten Übertragungsprotokoll eignen sich Lichtwellenleiter als Datenkabel. Da alle Ausführungen auf ein und demselben physikalischen Prinzip beruhen, bestehen sie grundsätzlich aus einem Kern und einem Mantel. Beide Komponenten sind fest miteinander verbunden und unterscheiden sich lediglich durch den Brechungsindex. An dieser Grenzfläche erfolgt die Totalreflexion der Lichtstrahlen, die eine vollständige Lichtführung im Kern bewirkt.

Höchste Datenraten erfordern extrem dünne Singlemode-Lichtwellenleiter mit einem Kerndurchmesser von lediglich 9 µm. Denn so kann sich physikalisch nur ein einziger Lichtstrahl ausbreiten, und die nutzbare Datenkapazität erreicht ein Maximum. In der Automatisierung sind die Prioritäten anders gesetzt. Dort stehen Robustheit, Handhabbarkeit und niedrige Kosten im Vordergrund. Da die benötigten Kabellängen kürzer und die erforderlichen Übertragungsraten niedriger sind, genügen meist Multimode-Fasern mit 50 µm oder 62,5 µm Kerndurchmesser.

Physik macht Lichtwellenleiter störsicher

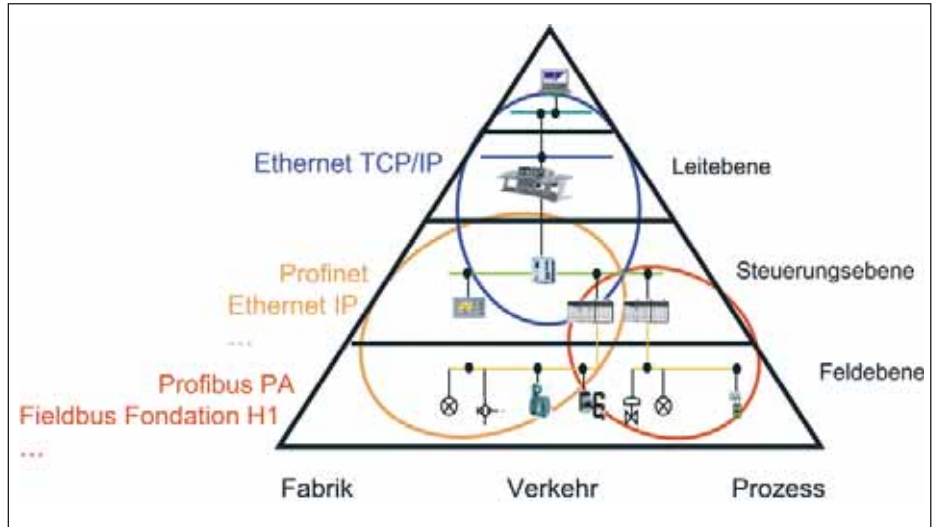
Bei der Datenübertragung kommen dem Glasfaserkabel drei physikalische Eigenschaften, die es vom Kupferkabel unterscheiden, zugute: Erstens lässt sich Licht grundsätzlich nicht durch elektrische oder magnetische Störungen beeinflussen. Dadurch entsteht für die Anlagenverkabelung der Vorteil, dass die optischen Kabel im Gegensatz zu elektrischen Kabeln ohne Rücksicht auf Energieleitungen

oder andere elektromagnetische Störquellen verlegt werden können. Das Lichtwellenleiterkabel ist sozusagen elektrisch nicht existent, und daher ist EMV für dieses Übertragungsmedium kein Thema.

Zweitens bestehen alle Ausführungen von Lichtwellenleitern aus elektrisch nicht leitfähigem Material. Dies gilt unabhängig davon, ob es sich um einen Kunststoff-Lichtwellenleiter für Kurzstreckenübertragungen, eine Multimode-Glasfaser für mittlere Entfernungen oder um eine Singlemode-Glasfaser für große Reichweiten handelt. Außerdem erfolgt die Datenübertragung immer über einen elektrischen Isolator. Zwischen den verbundenen Geräten kann somit über die Datenleitung kein Strom fließen. Die bei ausgedehnten Anlagen gefürchteten Potenzialausgleichsströme über Datenleitungen gibt es bei der LWL-Technik nicht. Selbst bei Gewittern besteht durch die Isolationseigenschaft der Faser kein Risiko für die angeschlossenen Geräte.

Geeignet für den Einsatz in der Ex-Zone

Drittens, und das ist besonders für die chemische Industrie von Bedeutung, bilden Lichtwellenleiter selbst bei Zerstörung keine Funken, die eine Explosion auslösen könnten. Allerdings kann aus dem offenen Faserende nach einem Bruch des Kabels eventuell Licht austreten. Für den Explosionsschutz ist also die entscheidende Frage, ob dieses Licht zur Zündung einer explosiven Atmosphäre führen kann. Die Physikalisch Technische Bundesanstalt in Braunschweig und andere Organisationen haben Untersuchungen zur Zündwirksamkeit dieser optischen Strahlung durchgeführt, um Grenzwerte für die maximalen Bestrahlungsleistungen und Strahlungsenergien in die europäische und internationale Normung einzubringen. Eines der Ergebnisse ist, dass bei kontinuierlicher Strahlung aus dem Lichtwellenleiter im üblichen infraroten Wellenlän-



▲ Typische Protokolle der verschiedenen Kommunikationsebenen

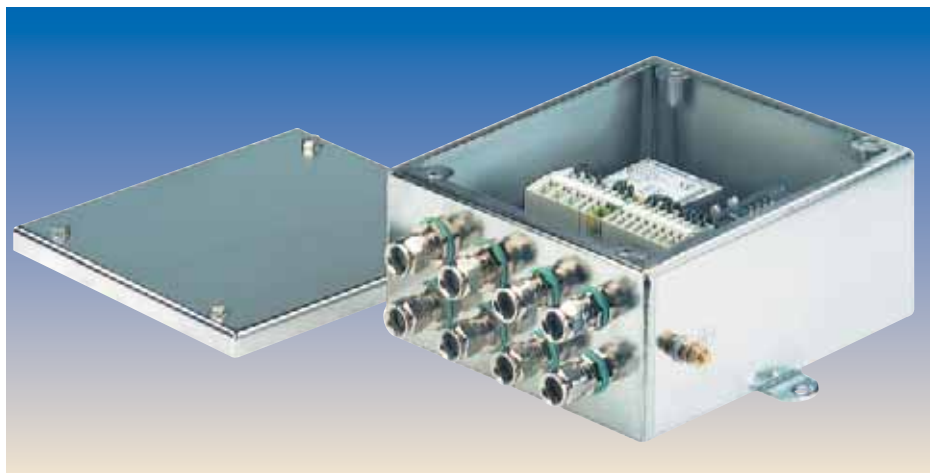
genbereich keine Zündung durch die elektrische Komponente des elektromagnetischen Feldes erfolgt. Nur bei starken Materialbearbeitungslasern entsteht bei einer Strahlfokussierung in der Luft eine Gasentladung durch die extreme elektrische Feldstärke im Brennpunkt der Lichtwelle. Die Leistung im Lichtwellenleiter ist dagegen bei weitem zu schwach, um einen Funken in der Luft zu erzeugen.

Als zweiter Zündmechanismus kommt die Absorption von Licht auf der Oberfläche eines Gegenstands in Betracht. Dieser kann dadurch so heiß werden, dass er als Zündquelle wirkt. Bei Lichtwellenleitern kann beispielsweise ein Schmutzpartikel durch das an der Bruchstelle austretende Licht erhitzt werden. Festgestellt wurde, dass unter-

halb einer geführten Leistung von 50 mW in der Faser selbst bei sehr leicht zündfähigen Gasatmosphären unter keinen Versuchsbedingungen eine Zündung bewirkt werden konnte. Für die Normung ist ein Grenzwert von 35 mW übernommen worden. Da LWL-Repeater für Feldbusse mit Lichtleitungen von ca. 100 µW arbeiten, können sie also Zulassungen für Explosionsschutz zonen erhalten.

Optische IP67-Steckverbinder

Hinsichtlich der Verwendung in schmutziger und nasser Umgebung sowie dem Auftreten großer Temperaturschwankungen unterscheiden sich Lichtwellenleiter nicht von Kupferkabeln, denn die mechanischen Eigen-



▲ Mit dem Profibus-LWL-Repeater OZD Profi G12 ATEX 1, der eine Übertragungsrates von bis zu 12 Mbit/s besitzt, können schnelle und hochverfügbare Profibusnetze problemlos bis in die Explosionsschutzzone 1 erweitert werden

schaften werden durch den konstruktiven Aufbau des Kabels bestimmt und nicht durch die im Innern des Kabels verlaufenden Glasfasern oder Kupferadern.

Gravierende Unterschiede bestehen jedoch bei den Steckverbindern. Es gibt eine Vielzahl von genormten Ausführungen, die in erster Linie durch die Anforderungen der Telekommunikation geprägt sind. In Automatisierungsanwendungen dominiert heute der BFOC-(ST)-Steckverbinder, da er mit seinem Bajonettverschluss sicher und schnell montiert werden kann. Dieser

leiter durch PG-Verschraubungen geführt werden, so dass sich der optische Steckverbinder im Innern des Gehäuses befindet.

Netztopologie mit redundanten Ringen

Die Prozessindustrie übernimmt mit der LWL-Technologie zugleich auch die in anderen Branchen bereits üblichen Netzstrukturen. Das heißt, die gewohnte Stern- oder Linienverkabelung in der Feldebene wird ergänzt oder ersetzt durch Ringstrukturen. Moderne Chemiewerke strukturieren

einer hierarchisch strukturierten Ringtopologie entwickelt. Die Netzstruktur wird jedoch immer an die räumlichen Gegebenheiten der Anlage angepasst. Dies ist selbst bei ausgedehnten Pipelines möglich, da mit der Lichtwellenleiter-Technik Entfernungen kein Problem mehr sind.

Fazit

Die Datennetze in der Prozessautomatisierung befinden sich in einem technologischen Wandel. Triebfeder ist die Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch den Einsatz moderner Automatisierungstechnik. In diesem Kontext leisten Lichtwellenleiter einen Beitrag zur Betriebssicherheit und reduzieren so Stillstandsrisiken. Bei den Datenprotokollen zeichnet sich ab, dass Ethernet rasant auf die Steuerungsebene vordringt. Für die auf dieser Übertragungstechnik basierenden Protokollvarianten wie beispielsweise Profinet werden insgesamt jährliche Zuwachsraten von über 30 % erwartet, was die wachsende Bedeutung der Datenvernetzung widerspiegelt. Der wesentliche Vorteil von Ethernet ist die Durchgängigkeit der Kommunikation, wozu auch die Öffnung der Prozesse für Web-Technologien gehört. Diese Öffnung bewirkt einen Schub für die Automatisierung insgesamt. Denn Ethernet wächst zwar prozentual weit stärker als die etablierten Bussysteme, dennoch bleiben Profibus, Fieldbus Foundation und Devicenet die mit Abstand dominierenden Protokolle. Denn sie haben die weitaus größte installierte Basis, und es ist zu erwarten, dass sich die derzeitigen stabilen Wachstumsraten im zweistelligen Prozentbereich pro Jahr auch in Zukunft realisieren lassen. Eine Marktsättigung ist nach Einschätzung von Experten nicht abzusehen.

Autor:
Dipl.-Ing. Rolf-Dieter Sommer
Produktmanager bei der
Hirschmann Automation and Control GmbH
Tel.: 07127/14-1588
Fax: 07127/14-1561
E-Mail: Rolf-Dieter.Sommer@hirschmann.de
www.hirschmann.de



▲ Über die »microFX«-Steckverbinder mit M12-Anschlusstechnik können optische Signale auch unter rauen Industriebedingungen sicher übertragen werden

Steckverbinder ist jedoch ebenso wie die meisten anderen nicht für raue Umgebungsbedingungen geeignet. Hierfür werden verschiedene Lösungen angeboten, die meist auf herkömmlichen Steckergehäusen für Kupferkabel beruhen. Verbreitet sind beispielsweise Rundsteckverbinder auf M12-Basis mit LWL-Einsätzen. Bei Installation außerhalb des Schaltschranks sind die zugehörigen Endgeräte wasserdicht ausgeführt, meist in Schutzart IP67, oder durch ein Umgehäuse entsprechen geschützt. Wasserdichte optische Steckverbinder sind dann nicht notwendig, wenn die Lichtwellen-

ihre prozessnahen Netzwerke meist als physikalisch doppelt ausgeführte Ringe. Damit erreichen sie eine höhere Betriebssicherheit bei minimalen Zusatzkosten.

Auch auf der Steuerungsebene sind die Datennetze meist ringförmig ausgelegt. Anlagenweit betrachtet, stellt sich das Netz als hierarchisch gestaffelte Ringstruktur dar: Gigabit Ethernet auf der Leitebene bzw. im Backbone, Fast Ethernet auf der Steuerungsebene und redundante Feldbusringe in der Feldebene. Die auch heute noch übliche Baumstruktur der Datennetze hat sich damit in den letzten Jahren zu