

Your Global Automation Partner

TURCK

Ethernet im Ex-Bereich

Vorteile, Chancen und technische Herausforderungen beim Einsatz von Industrial Ethernet in explosionsgefährdeten Bereichen der Prozessautomatisierung

Whitepaper | 200701

Inhalt

Ethernet: Herkunft und frühe Entwicklung	3
Ethernet in der Industrie-Automatisierung	3
Fast Ethernet im Full-Duplex-Betrieb	4
Ethernet in der Prozessautomation	4
Große Leitungslängen über Kupferleitungen	4
Eigensicherheit	5
Redundanz	5
Eigensicheres Ethernet: APL und 100BASE-TX-IS	5
Vorteile und Chancen von Industrial Ethernet in der Prozessindustrie	6
Zukunftssicherheit	6
Internationalität	7
Hohe Bandbreite und Anschluss ans IIoT	7
IIoT und Prozessindustrie	7
Paralleler Datenzugriff	8
Einfaches Handling, gleichberechtigter Netzwerkzugriff, hohe Teilnehmerzahl	9
Medienvielfalt	9
Topologie-Vielfalt: Linien, Ring und Baumstrukturen	9
Zahlreiche Redundanzkonzepte möglich	9
Fazit	12
Turcks I/O-System excom	12

Dieses Whitepaper beschreibt die Entwicklung der Ethernet-Technologie in der Prozessautomatisierung und erklärt die Gründe für deren Verbreitung. Darüber hinaus stellt das Papier die jüngsten Initiativen zur Entwicklung eines eigensicheren Ethernet-Standards vor und zeigt auf, welche Vorteile der Technologie zum Durchbruch in der Prozessautomation verhelfen werden. Prozessanlagen werden Teil des IIoT (Industrial Internet of Things) sein. Sichere und hochverfügbare Ethernet-Technologie ist der Schlüssel zu dieser Entwicklung, so die These.

Ethernet: Herkunft und frühe Entwicklung

Der Grundstein für die Entstehung des heutigen Ethernets wurde in den 70er Jahren gelegt. Damals arbeitete Robert Metcalfe, der als Erfinder des Ethernet gilt, am Xerox Palo Alto Research Center in Kalifornien. Eine seiner Aufgaben war es, die Firmenrechner miteinander zu vernetzen. Aus seiner Idee wurde später der Ethernet-Standard.

Schon in den frühen 80er Jahren hat das amerikanische Normungsinstitut „Institute of Electrical and Electronic Engineers“ (IEEE) die Idee des Ethernet aufgegriffen und die IEEE-802.3-Arbeitsgruppe gegründet, die aus den Grundlagen einen offiziellen Standard definierte. Damals erfolgte die Übertragung noch über eine Koaxialleitung. Es folgten verschiedene Weiterentwicklungen, bis Anfang der 90er Jahre der 10BaseT-Standard verabschiedet wurde. 10 steht für die maximale Übertragungsgeschwindigkeit von zehn Megabit pro Sekunde, Base für die Übertragungstechnik Basisband (Ethernet) und T für Twisted-Pair-Kabel mit verdrehten Adernpaaren. Nur fünf Jahre später veröffentlichte das IEEE den Fast-Ethernet-Standard 100BaseX. Auf der physikalischen Ebene unterstützt dieser Ethernet-Standard sowohl Glasfaser (100BaseFx) als auch Twisted-Pair (100BaseTx). Der Fast-Ethernet-Standard legte erstmals den Full-Duplex-Übertragungsmodus fest.

Ethernet in der Industrie-Automatisierung

Ethernet hat sich seit Jahrzehnten in der Büro-IT durchgesetzt und ist spätestens seit der weltumspannenden Verbreitung des World Wide Web nicht mehr wegzudenken. Es stellt sich die Frage, warum die Technik nicht gleichzeitig in der Industrie Einzug gehalten hat. Der Grund liegt in den speziellen Anforderungen der Industrie. Während man es im Büro-Einsatz akzeptiert, dass eine Internet-Seite verspätet lädt, können solch kleine Verschiebungen in Produktionsprozessen gravierende Auswirkungen haben. In der Industrie muss die Kommunikation zwischen der Feldebene und Steuerungsebene fehlerfrei und deterministisch (vorher bestimmbar) ablaufen, ohne dass Personen ständig Prozesse neu anstoßen müssen. Protokollseitig muss zudem sichergestellt sein, dass Datenpakete zum exakt erforderlichen Zeitpunkt gesendet und empfangen werden, da ein Datenverlust eine verzögerte Kommunikation zwischen Geräten und Steuerung zu Katastrophen führen können.

Entsprechend dieser Anforderungen wurde Industrial Ethernet entwickelt. Neben den protokollseitigen Anforderungen müssen auch die Komponenten eine Vielzahl von industrietypischen physischen Herausforderungen bestehen,

wie zum Beispiel beständig gegenüber Chemikalien, Ölen, Staub, Schocks, Vibrationen, Temperaturschwankungen usw. sein.

Fast Ethernet im Full-Duplex-Betrieb

Die Forderung nach einer deterministischen Übertragung wurde mit Etablierung des Fast-Ethernet im Full-Duplex-Betrieb erfüllt. Dieser Standard verzichtet auf das asynchrone Medienzugriffsverfahren CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) und vermeidet dadurch Telegramm-Kollisionen. Durch den konsequenten Einsatz von Switches und Nachrichtenvor-priorisierung sind mit dem Fast-Ethernet-Standard im Full-Duplex-Verfahren alle wesentlichen Anforderungen für die schnelle Echtzeitübertragung in der Automatisierungstechnik erfüllt. Die Industrial-Ethernet-Protokolle wie Profi-net, EtherNet/IP oder Modbus TCP setzen Fast-Ethernet im Full-Duplex-Betrieb um und stellen sicher, dass Daten zur richtigen Zeit am richtigen Ort vorlie-gen.

Weitere Features von Fast-Ethernet-Geräten sind Auto-Sensing und Auto-Ne-gotiation. Die Funktionen gestatten einen Mischbetrieb verschiedener Ether-net-Stationen und erkennen Geräte mit 10 Mbit/s oder 100 Mbit/s im Halb-oder Vollduplexbetrieb. Die maximal mögliche Übertragungsgeschwindigkeit und das nutzbare Duplex-Verfahren werden untereinander ausgehandelt und automatisch eingestellt.

Die Entwicklung der Ethernet-Technologie im IT-Umfeld geht kontinuierlich weiter. Aktuell arbeitet man an der Spezifikation von Terabit-Ethernet (TbE) mit Übertragungsgeschwindigkeiten bis zu 1000 Gbit/s.

Ethernet in der Prozessautomation

Analog zur Frage, warum sich Ethernet in der Industrie so spät durchsetzte, stellt sich die Frage, warum die Technologie insbesondere in der Prozessindus-trie bislang kaum Einsatz findet. Wiederum liegt es an den speziellen Anforde-rungen der Prozessindustrie und insbesondere der Prozesse in explosionsge-fährdeten Bereichen, die den Einsatz von Ethernet bislang nicht zuließen.

Zu diesen Anforderungen zählen:

A: Große Leitungslängen über Kupferleitungen

B: Eigensicherheit

C: Redundanz

Für die industriellen Feldbusse wie z. B. Profibus-DP, Profibus-PA oder Found-ation fieldbus sind diese Anforderungen bereits in den Spezifikationen ent-halten und wurden in fast allen Geräten bis hin zu Prozessleitsystemen und Steuerungen umgesetzt. Diese Umsetzung ist für Industrial Ethernet bislang noch nicht erfolgt.

A: Große Leitungslängen über Kupferleitungen

Prozessanlagen erstrecken sich meist über große Areale. Kupfer ist der Stan-dardleiter in diesen Anlagen, denn über Kupfer lässt sich die Energie für die einzelnen Feldgeräte übertragen und gleichzeitig über dieselbe Leitung auch die Kommunikation. Kupferanschlüsse und -leiter sind zudem robuster und

einfacher anzuschließen als Alternativen wie Lichtwellenleiter (LWL). In der Regel werden LWL nur von Fachfirmen konfektioniert und bedürfen einer Qualitätsprüfung. Zudem sind sie anfälliger für Installationsfehler, wie zum Beispiel falsche Biegeradien oder gequetschte Leitungen, und erfordern eine Überwachung auf Alterung.

B: Eigensicherheit

Eigensicherheit ist in der Prozessindustrie häufig gefordert, um auch in explosionsgefährdeten Bereichen sicher über Ethernet kommunizieren zu können. Der Definition eines eigensicheren Ethernet-Standards widmen sich aktuell (Stand 05/2020) Automatisierungsunternehmen sowie verschiedene Nutzerorganisationen. Während ein Arbeitskreis ein eigensicheres zweiadriges Ethernet mit zunächst 10 Mbit/s (APL) entwickelt, arbeitet eine andere Gruppe parallel am 100BASE-TX-IS genannten Standard, der eigensicheres 4-Leiter-Ethernet mit einer Datenrate von 100 Mbit/s ermöglichen soll.

C: Redundanz

In der Prozessindustrie sind viele Produktionsverfahren kontinuierlich oder in Batch-Prozessen angelegt. Das heißt, Anlagen können in der Regel nicht angehalten oder abgestellt werden. Daher ist Anlagenverfügbarkeit rund um die Uhr unabdingbar. Das hat zur Folge, dass die Automatisierungssysteme im laufenden Betrieb optimiert und notfalls auch Geräte getauscht, bzw. Messstellen hinzugefügt werden müssen. Profinet-Netzwerke können bereits im laufenden Betrieb konfiguriert werden. Die Funktion wird als Dynamic Reconfiguration (DR) bezeichnet und knüpft an die Profibus-Funktion Configuration in Run (CIR) an.

Die Anforderung nach redundanten Systemen folgt ebenfalls aus der permanenten Anlagenverfügbarkeit. Wenn Komponenten im System ausfallen, was nie zu 100 Prozent ausgeschlossen werden kann, muss der Prozess dennoch ungestört weiterlaufen.

Eigensicheres Ethernet: APL und 100BASE-TX-IS

Ethernet in Ex-Zone 1 bzw. 0 eigensicher einzusetzen, ist technisch eine Herausforderung. Bei verketteten Geräten muss sichergestellt sein, dass sich Leistungen nicht addieren. Zudem muss diese Technologie interoperabel mit allen Anbietern sein. In einem gemeinsamen Arbeitskreis haben sich die beteiligten Automatisierungsunternehmen sowie die jeweiligen Nutzerorganisationen (Profibus International PI, ODVA, FieldComm Group) zum Ziel gesetzt, diese Hürden zu nehmen und einen Standard für ein zweiadriges eigensicheres Ethernet zu entwickeln. Kommunikation und Energieversorgung finden über die gleiche Leitung statt – wie auch schon bei den Feldbussen Foundation fieldbus und Profibus-PA. Der zukünftige Standard des eigensicheren 2-adrigen Ethernet wird als Advanced Physical Layer (APL) bezeichnet. Dieser befindet sich noch in der Spezifikations-/Standardisierungsphase (Stand 03/2020). Ziel ist es, APL-Ethernetverbindungen bis zu den Feldgeräten zu ermöglichen, um die bis dato existierenden Nachteile der H1-Busphysik zu eliminieren, wie zum Beispiel Rückwirkungen bei Netzwerkstörungen oder die eng begrenzte Teilnehmerzahl pro Segment

Parallel dazu wird am Standard für das eigensichere Ethernet auf 4-Leiter-Basis mit 100 Mbit/s gearbeitet. 100BASE-TX-IS soll allerdings weniger zur Anbindung einzelner Feldgeräte dienen, sondern mit seiner hohen Datenkapazität Daten von APL-Teilnehmern in übergelagerte Systeme übermitteln.

Beide eigensicheren Ethernet-Standards werden wohl noch lange Zeit parallel mit klassischer 4-bis-20-mA-Technik existieren. Allein aus Kostengründen werden voraussichtlich nicht alle Feldgeräte mit eigener APL-Schnittstelle ausgerüstet. Und auch in den Fällen, in denen Feldgeräte mit einer APL-Schnittstelle ertüchtigt werden, müssen die Daten auf einer übergelagerten Ebene mit Ethernet-Netzwerken mit hoher Bandbreite verarbeitet werden. Unabhängig davon, welche Technologie in der Feldebene genutzt wird, ist es für die I/O-Ebene höchstwahrscheinlich, dass sich dort Ethernet-Lösungen flächendeckend durchsetzen werden.

Ethernet im Ex-Bereich: Excom Ethernet für Zone 2

Zur Montage in Zone 2 bietet Turck heute schon sein I/O-System excom mit Ethernet an. Das System kann Signale bis aus Zone 1 oder 0 in der Zündschutzart Eigensicherheit aufnehmen. Der Anschluss der Ethernetleitung erfolgt in der Zündschutzart Ex-nA. Sind die Gateways spannungslos oder wird mit Feuerschein gearbeitet, können die Ethernet-Steckverbinder am Gateway im laufenden Betrieb gezogen oder gesteckt werden. Alle anderen Komponenten wie Netzteile, Gateways oder I/O-Module lassen sich im laufenden Betrieb ohne Feuerschein tauschen.

Vorteile und Chancen von Industrial Ethernet in der Prozessindustrie

Aufgrund der unbestreitbaren Vorteile gegenüber den Feldbussystemen wird sich Ethernet angesichts all dieser technischen Herausforderungen auch in der Prozessautomatisierung durchsetzen.

Diese Vorteile sind:

- Zukunftssicherheit
- Internationalität
- Hohe Bandbreite und Anschluss ans IIoT
- IIoT und Prozessindustrie
- Paralleler Datenzugriff
- Einfaches Handling, gleichberechtigter Netzwerkzugriff, hohe Teilnehmerzahl
- Medienvielfalt
- Topologie-Vielfalt: Linien, Ring und Baumstrukturen
- Möglichkeit zahlreicher Redundanzkonzepte

Zukunftssicherheit

Zukunftssicherheit ist in der PA-Welt, wo Anlagen über 20 bis 30 Jahre in Betrieb sind, von höchster Relevanz. Ethernet als physikalische Grundlage ist hier bei weitem der weit verbreitetste Kommunikationsstandard der Gegenwart. Nicht zuletzt aufgrund der sich rasant beschleunigenden Digitalisierung ist es höchstwahrscheinlich, dass Ethernet auch noch über eine sehr lange Zeitspanne in Zukunft unterstützt wird.

Die Anschlussfähigkeit von Ethernet-Lösungen an das sich abzeichnende APL trägt ebenfalls zur Zukunftssicherheit der Technik bei. Investitionen in

Ethernet-Technik bleiben an APL-Technik anschlussfähig, da die Übertragung zwischen den beiden Standards über Switches leicht zu realisieren sein wird. APL macht aber ebenso deutlich, dass man nicht auf die Etablierung eines neuen Standards warten kann, wenn heute wichtige Investitionen anstehen. Deswegen ist man heute gut beraten, auf ein System zu setzen, das standardmäßig Ethernet unterstützt oder auf Ethernet erweitert werden kann. So können Unternehmen sowohl eigene Investitionen schützen als auch von den Vorteilen der Technologie profitieren.

Internationalität

Ethernet als physikalischer Standard ist weltweit verbreitet und akzeptiert. Zwar existieren weiterhin regionale Unterschiede in der Verbreitung verschiedener Ethernet-Protokolle, diese basieren allerdings im Unterschied zu den Feldbussen alle auf demselben physikalischen Standard und derselben Netzwerkstruktur. Topologien sind im Ethernet unabhängig von der Feldbusphysik realisierbar.

Hohe Bandbreite und Anschluss ans IIoT

Insbesondere die hohe Bandbreite von bis zu 100 Mbit/s unterscheidet Industrial Ethernet von den Feldbusvorläufern. Echtzeitdaten und IT-Daten können quasi zeitgleich über ein gemeinsames Medium übertragen werden und somit IT und OT vernetzen. Damit ermöglicht Ethernet auch für Prozessanlagen den Anschluss ans IIoT. Das heißt in diesem Fall, dass auch Prozessanlagen zu Assets werden können, deren Prozesse in Echtzeit oder nachgelagert datenbasiert analysierbar sind. Die Entwicklung der Algorithmen ist zwar noch nicht abgeschlossen, fest steht jedoch, dass man mit Ethernet-Systemen für zukünftige Entwicklungen auf dem Gebiet der Algorithmik und KI vorbereitet ist.

Die Datenmengen, die von modernen Feldgeräten heute erzeugt werden, können mit existierender Feldbus-Technologie nicht ausreichend performant übertragen werden. Da aber schneller Datentransfer eine Voraussetzung für den Anschluss von Prozessanlagen an das Industrial Internet of Things darstellt, ist der Einsatz von Ethernet spätestens ab der I/O-Ebene der Anlage unerlässlich.

IIoT und Prozessindustrie

Das zentrale Versprechen des IIoT ist die Vernetzung von intelligenten industriellen Systemen, um betriebliche und produktive Prozesse effizienter zu gestalten – sei es durch selbstoptimierende Systeme, durch bessere Vorhersagen von Ereignissen und der Abstimmung der betrieblichen Assets auf diese Vorhersagen oder durch Optimierung von Produktionsressourcen als Antwort auf eine nachgelagerte Analyse von Daten.



Multiprotokoll

Ein Gateway, drei Protokolle – Turcks Multiprotokoll-I/O-Geräte erkennen den Master nach dem Hochfahren und stellen sich selbstständig auf das jeweilige Protokoll Profinet, Modbus TCP oder Ethernet/IP ein. Auch das I/O-System excom setzt diesen bewährten Standard ein und kann aus dem Stand mit allen Leitsystemen zusammenarbeiten, die Ethernet/IP, Profinet oder Modbus TCP unterstützen.

Zum Beispiel:

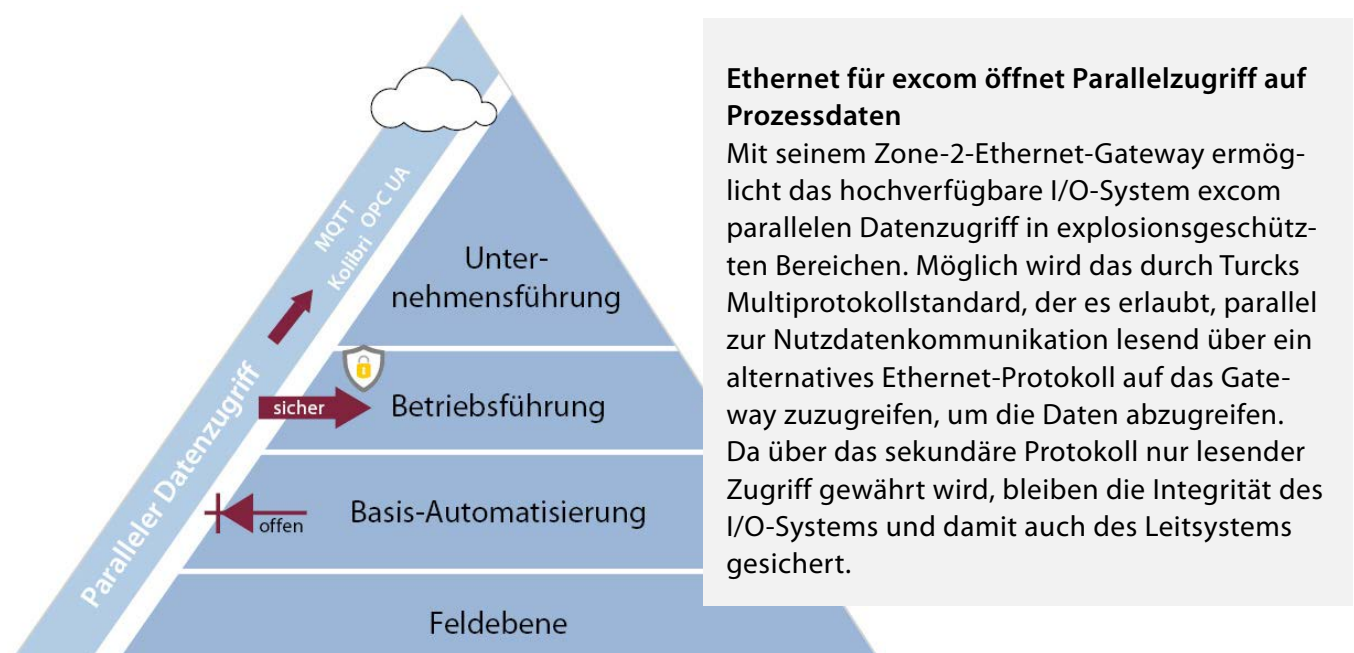
- Siemens
- Honeywell
- Rockwell
- Yokogawa
- Emerson
- Supcon
- ABB

An dieser Stelle stellt sich für Anlagenbetreiber schnell die Frage nach der Sicherheit vernetzter Anlagen. Wenn alle Prozesse auf höchste Verfügbarkeit und Sicherheit ausgelegt sind, birgt der direkte Anschluss von Prozessanlagen an IT-Netze Sicherheitsrisiken. Die Flanke für Manipulationen, Wirtschaftsspionage oder andere digitale Bedrohungsszenarien wollen Anlagenbetreiber trotz Verschlüsselung und Firewalls nicht öffnen. Die Situation gleicht einem Dilemma: Der Notwendigkeit der Vernetzung von Anlagen zur zeitgemäßen Datenanalyse steht ein Sicherheitsrisiko gegenüber, das es weiterhin auszuschließen gilt. Der Ausweg aus dem Dilemma nennt sich: Paralleler Datenzugriff.

Paralleler Datenzugriff

In den Leitsystemen der Anlagen laufen heute alle Daten aus der Feld- und I/O-Ebene zusammen. Externen IT-Systemen zur Datenanalyse hier einen direkten Zugriff auf das PLS zu geben, ist unüblich und birgt die beschriebenen Risiken. Beim parallelen Datenzugriff können Daten der Feldgeräte von der I/O-Ebene aus parallel an ausgelagerte IT-Systeme übertragen werden. Dies geschieht nicht über einen zusätzlichen physikalischen Kanal, sondern in einem separaten Industriellen Ethernet-Protokoll, das neben dem genutzten Protokoll zum Leitsystem auf demselben physikalischen Leiter läuft. Die Schnittstelle ist im I/O-System so ausgelegt, dass dieses zweite Protokoll nur lesenden Zugriff erhält. Der steuernde Zugriff bleibt allein dem PLS vorbehalten. Dieses Konzept wird von unterschiedlichen Herstellern verfolgt. Die NAMUR hat diesen Ansatz als NAMUR Open Architecture vorgestellt (NOA).

Dank des parallelen Datenzugriffs, auch aus dem Ex-Bereich, können die Prozessdaten des Leitsystems systematisch von Analysedaten getrennt werden. Neben dem Sicherheitsaspekt bietet diese Architektur einen weiteren Vorteil: Ihre Anlage profitiert in puncto Monitoring und Optimierung (M+O) von den kurzen Innovationszyklen der IT-Welt, während Ihre Anlage auf die Sicherheit und Zuverlässigkeit der OT (Operational Technology) bauen kann.



Paralleler Datenzugriff ermöglicht vollen Zugriff und Nutzung aller Prozessdaten bei hoher Manipulationssicherheit der Steuerungen und Leitsysteme

Einfaches Handling, gleichberechtigter Netzwerkzugriff, hohe Zahl an Teilnehmern

Das Handling von Ethernet-Technik ist bekannt. Hier zahlt sich die weite Verbreitung im Büro- und Privat-Anwenderbereich aus. Industrielle Anwender fangen in der Industrieautomation der Prozessindustrien also nicht bei null an. Auch die Ethernet-Hardware ist weitestgehend bekannt, insbesondere die klassischen Ethernet-Leitungen mit RJ45-Stecker. Die Kosten für die Hardware bleiben zudem im Rahmen und sind vergleichbar mit den Kosten der entsprechenden Feldbuslösungen. Leichter als bei Feldbussen ist hingegen das Handling. Netzwerke sind einfacher erweiterbar, Abschlusswiderstände werden nicht benötigt. Alle Netzwerkteilnehmer sind im Ethernet-Netzwerk gleichberechtigt. Ein weiterer Vorteil ist der große Adressbereich in Ethernet-Netzwerken, der eine fast unbegrenzte Anzahl an Teilnehmern ermöglicht.

Medienvielfalt

Wenngleich Kupfer in der Regel das Standardmedium zur Übertragung von Ethernet in der Prozessautomation bleiben wird, so muss dennoch erwähnt werden, dass die Technologie auch über andere Medien wie Glasfaser oder Funk-Verbindungen wie WLAN kommuniziert werden kann. Auch hier zeigt sich wiederum eine gesteigerte Flexibilität der Technologie gegenüber den Feldbussen.

Achtung! Keine Office-Ethernet-Komponenten einsetzen!

Es gilt gleichermaßen in der Fabrikautomation wie der Prozessautomation, dass Büro-Ethernet-Hardware nicht zum Einsatz in der Industrie geeignet ist. Denn neben den protokollseitigen Anforderungen müssen die Komponenten den

industrietypischen physischen Herausforderungen gewachsen sein und gegenüber Chemikalien, Ölen, Staub, Schocks, Vibrationen, Temperaturschwankungen usw. resistent sein.

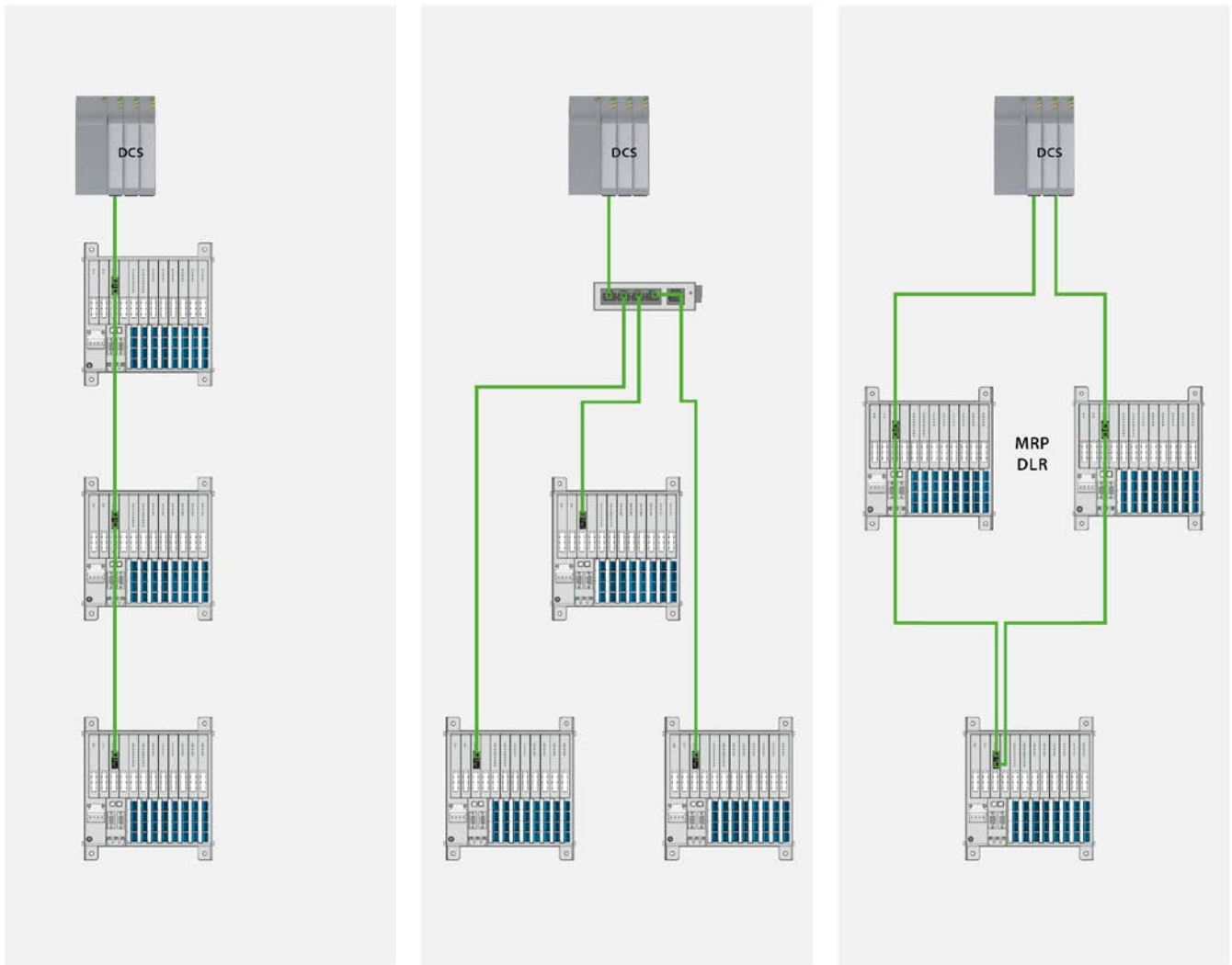
Topologie-Vielfalt: Linien-, Ring-, Stern- und Baumstrukturen

Eine bekannte Topologie aus der Automatisierung ist die Linie. Diese findet Anwendung in weitläufigen Automatisierungsanlagen. Hierzu haben die meisten Ethernet-Teilnehmer einen integrierten Switch, der den Aufbau einer Linientopologie vereinfacht. Zudem bringt eine Linientopologie Kostenersparnisse, da keine zusätzlichen Switches benötigt werden und der Verdrahtungsaufwand überschaubar bleibt. Der Nachteil dieser Topologie ist, dass Teilnehmer in der Regel nicht unterbrechungsfrei ausgetauscht oder neu hinzugefügt werden können.

Diese Option bieten hingegen Ringtopologien. Die Linie wird dazu zum Ring geschlossen. Damit die Telegramme allerdings nicht endlos im Kreis weitergeleitet werden, muss ein Ring-Protokoll integriert werden. In einem Ring müssen alle Teilnehmer MRP(Profinet)- bzw. DLR(EtherNet/IP)-fähig sein. Zusätzlich wird im Ring ein Ring Manager (Profinet) oder Ring Supervisor (EtherNet/IP) benötigt, der meistens in der Steuerung oder im Switch integriert ist.

Wenn von einem Switch aus mehrere Teilnehmer angeschlossen sind, etabliert man eine Sterntopologie. Aus der Verbindung mehrerer sternförmiger Netzwerke lässt sich eine Baumtopologie bilden. Ein Vorteil dieser Topologie liegt darin, dass Geräte rückwirkungsfrei hinzugefügt oder getauscht werden können. Nachteile sind der höhere Installations- und Hardwareaufwand.

Die hohen Entfernungen in vielen Prozessanlagen können durch Kaskadierung von Switches überbrückt werden. Eine Ethernet-Verbindung (Punkt zu Punkt) ist auf 100 m begrenzt. Durch Hintereinanderschalten von Switches können größere Entfernungen überwunden werden, falls kein Lichtwellenleiter eingesetzt werden soll.



Die Vielfalt an Topologien und Kombinationen ermöglicht eine Flexibilität, die klassische Feldbusse nicht bieten können. Von links: Linientopologie, Sterntopologie, Ringtopologie.

Zahlreiche Redundanzkonzepte möglich

Bei den Feldbussen waren Redundanzkonzepte gut etabliert, aber stets auf den jeweiligen Feldbus beschränkt. Bei den industriellen Ethernet-Protokollen zeigt sich eine vielfältige Redundanzlandschaft. Ringredundanzen sind insbesondere in Profinet (MRP) und EtherNet/IP (DLR) etabliert. Profinet hat darüber hinaus weitere Redundanzen spezifiziert, um Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Herstellern zu gewährleisten. Hierzu zählen die Redundanzkonzepte S2, R1 oder R2 bei Profinet.

Die anderen Industrial-Ethernet-Protokolle haben keine Redundanzen spezifiziert. Anwender dieser Protokolle können aber Redundanzen aufbauen, indem sie Remote-I/O-Systeme nutzen, die redundante Strukturen mit Leitsystemen etablieren. Beispielsweise bietet Turcks I/O-System excom solche proprietären Redundanzen für unterschiedliche Leitsysteme an.

Zwei Master mit einem Gateway

Kommunizieren eine Steuerung und ein Feldgerät lediglich per Singularverbindung (S1), liegt keine Redundanz vor. Wenn ein Profinet-Gerät jedoch über diese eine Verbindung Kommunikationsbeziehungen zum Primary-Controller sowie zu dessen Back-up unterstützt, wird dies als S2 klassifiziert. Sie ist die meist genutzte Form der Systemredundanz. Beim Ausfall der Hauptsteuerung übernimmt automatisch der physische Zwilling.

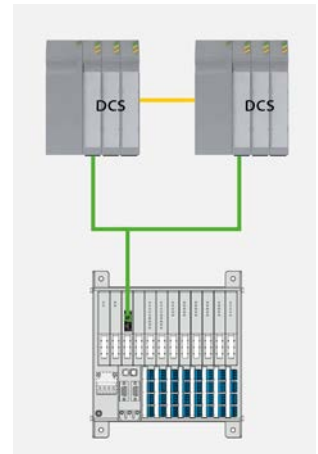
Ein Master mit zwei Gateways

Für dieses Redundanzkonzept wurde im Profinet-Kontext kein Standard spezifiziert. Doch auch diese Redundanz senkt die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls. Der Vorteil: Sie ist kostengünstiger als andere Redundanzkonzepte und erhöht deutlich die Verfügbarkeit auf der Verbindungsebene zwischen Prozessleitsystem und dezentraler Peripherie.

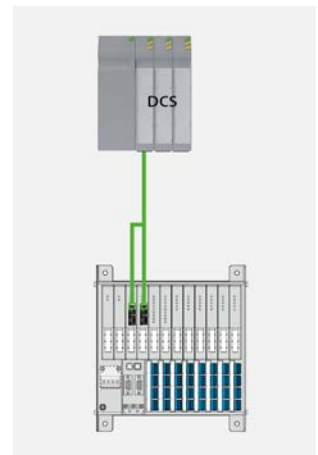
Zwei Master und zwei Gateways

Die höchste Verfügbarkeit wird sichergestellt, wenn sowohl der Master als auch das Gateway redundant betrieben werden. Dabei kommuniziert das Gateway lediglich mit einem Master. Die beiden Master handeln intern aus, wer der Master und wer der Backup-Master ist. Bei Profinet ist diese Systemredundanz mit R1 spezifiziert. Für EtherNet/IP oder Modbus TCP wurde bislang kein entsprechender Redundanzstandard vergleichbaren Typs definiert. Anwender dieser Systeme können jedoch R1-vergleichbare Redundanzen mit I/O-Systemen wie excom etablieren.

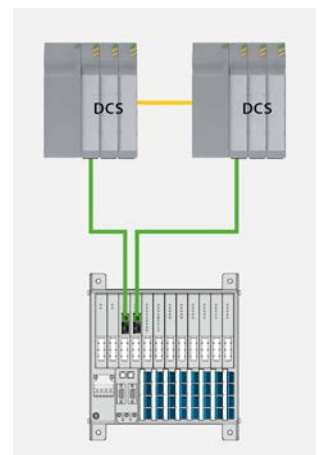
Bei einer weiteren Redundanzvariante stehen beide Gateways mit beiden Mastern in einer Kommunikationsbeziehung. Diese Systemredundanz ist bei Profinet unter R2 spezifiziert, wird aber zum heutigen Zeitpunkt (07/2020) noch von keinem Hersteller umgesetzt. R2 erreicht durch die Vier-Wege-Verbindung das höchste Sicherheitsniveau, befindet sich aber gleichsam auf der höchsten Komplexitätsstufe.



S2-Redundanz ist der Redundanzstandard, der gegenwärtig am häufigsten genutzt wird.



Eine kostengünstige Redundanzvariante: Eine Steuerung kommuniziert mit zwei redundanten Gateways



Die hier gezeigte Systemredundanz wird durch das I/O-System excom unterstützt.

Fazit

Dass sich Ethernet auch in der Prozessindustrie verbreiten und langfristig durchsetzen wird, gilt in Expertenkreisen als sicher. Über das Tempo dieses Prozesses gehen die Meinungen auseinander. Da es zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Lösungen gibt, die sich im prozessindustriellen Einsatz bereits bewähren konnten, fällt die Entscheidung für eine Ethernet-Lösung heute noch schwer. Hier empfiehlt sich die Wahl eines Systems, das auf die vielen möglichen Entwicklungen vorbereitet und offen ist. Eines dieser Systeme ist Turcks I/O-System excom. Das gesamte System ist bereits über Jahrzehnte im Einsatz und gilt in der Prozessindustrie als bewährt – insbesondere in explosionsgefährdeten Bereichen. Im Frühjahr 2020 wurde für excom das Ethernet-Gateway zum Einsatz in Zone 2, GEN-3G, vorgestellt. Selbst die Kunden, die heute ein excom-System mit klassischem Feldbus-Gateway einsetzen sind dank der umfassenden Systemkompatibilität für eine Umstellung auf Ethernet-Technologie vorbereitet. Ein Austausch des Gateways reicht. Die bisherige Peripherie und Feldverdrahtung kann problemlos weiterverwendet werden. Lediglich die Feldbusleitungen zur Anbindung zwischen I/O-System und Leitsystemen müssten durch Ethernet-Leitungen ersetzt werden. Dieser Schritt steht aber ohnehin eines Tages an, wenn Ihre Anlage von den erwähnten Ethernet-Vorteilen profitieren soll.

Turcks I/O-System excom**Vorteil Systemzulassung**

Auch bei Erweiterungen benötigt excom keine erneute Zulassung, denn das gesamte System ist für seinen entsprechenden Ex-Bereich zugelassen. Anwender können daher flexibel Gateways oder I/O-Karten austauschen oder sogar ergänzen. Die gegebenenfalls notwendige Neubewertung der Temperatur im Systemgehäuse können die Betreiber ohne externe Prüfstelle selbst vornehmen.

Schlüsselfertige Lösung nach Kundenwunsch optimiert

excom-Systeme werden kundenspezifisch für Sie in Ihrem Schaltschrank oder Einzelgehäuse montiert und verdrahtet. Dabei können individuelle Verschraubungen, Klemmen, Systemstecker und andere Komponenten direkt mit verbaut werden. Je nach Projekt kann der Factory Acceptance Test (FAT) direkt bei Turck durchgeführt werden. Ihr Vorteil: Sie haben nur einen Ansprechpartner für Ihr schlüsselfertiges I/O-System.

Hohe Packungsdichte

Mit bis zu 960 Signalen auf fünf Modulträgern in einem Standard-Schaltschrank ist excoms Packungsdichte weltweit führend. Dabei ist die Ex-Trennung bereits im I/O-System integriert. So fallen die Schaltschränke für Interfacetechnik komplett weg, ebenso wie I/O-Karten im Leitsystem. Insbesondere in Retrofit-Projekten kann dieser Platzvorteil entscheidend sein. Über eine einzige IP-Adresse kann excom bis zu 192 binäre oder 96 analoge Signale anbinden. Drei Modulträger für 8, 16 und 24 Module stellen sicher, dass in jeder Installation, sei es im Einzelgehäuse oder im großen MSR-Schaltschrank, der Platz optimal genutzt wird.

Autor | Jorge Garcia ist Produktmanager Feldbussysteme Prozessindustrie bei Turck

Quellen/Bilder

Skizze der NAMUR Open Architecture (NOA) abgerufen am 02.06.2020: https://www.namur.net/fileadmin/media_www/fokusthemen/NOA_Homepage_EN_2018-06-20.pdf

Weiterführende Informationen

Technologieseite: [Ethernet im Ex-Bereich](#)
[Produktflyer excom](#)

Kontakt

Hans Turck GmbH & Co. KG | 45466 Mülheim an der Ruhr, Germany
T +49 208 4952-0 | F +49 208 4952-264 | kontakt@turck.de



Over 30 subsidiaries and
60 representatives worldwide!