



Positionspapier **SPE für die Feldkommunikation**

Autoren:

Bruno Escher	BE	Draka Comteq Germany GmbH
Sascha Lambauer	SL	Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Frank Moritz	FM	SICK AG
Henry Muyschondt	HM	Microchip
Stephan Schreiner	SSC	Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG
Simon Seereiner	SER	Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Marine Bouduban	MB	Fischer Connectors



Management Zusammenfassung	2
Einleitung	3
Anwendungsbereiche und Anwendungsfälle für Single Pair Ethernet	4
Fabrikautomation	4
Maschinenverkabelung	5
Sensoren und Aktoren	6
Robotik	7
Prozessautomation	8
Grüne Energie	10
Automation in rauer Umgebung	11
Gebäudeautomation	12
SPE in intelligenten Gebäuden	12
SPE in der digitalen Decke	13
Automation von Frachtschiffen	14
Infrastruktur und Smart City	15
Fazit und Ausblick	16

Management Zusammenfassung

Dieses Positionspapier richtet sich an Produktmanager und Entwickler von Single Pair Ethernet Feldgeräten, die sich einen Überblick über die branchenspezifischen Anforderungen an die Technologie verschaffen wollen. Die Leser erhalten einen Einblick in den aktuellen und zukünftigen Stand der Vorteile und Potenziale von SPE in verschiedenen Anwendungsfällen in den unterschiedlichsten Umgebungen, sei es in der Fabrik-, Prozess-, Gebäude- oder Frachtschiffautomation oder unter den rauen Bedingungen von Offshore-Windparks oder den beengten Platzverhältnissen in Smart Cities. Mit ihren weitreichenden, kosteneffizienten und einfach zu installierenden Qualitäten ermöglichen Single Pair Ethernet-Lösungen die erforderlichen Geschwindigkeiten, Längen und Verbindungsoptionen, die für eine Vielzahl von datenbasierten Anwendungen in unserer zunehmend vernetzten, digitalisierten Welt entscheidend sind.





Einleitung

Ethernet dient im Markt seit langem als Rückgrat für die Vernetzung von Anwendungen. Mit der Digitalisierung und dem Internet der Dinge (IoT) steigt jedoch die Sensordichte und damit die Anforderung an die Geschwindigkeit und Durchgängigkeit der Kommunikation. Damit verschiebt sich die Rolle von Ethernet – es ergänzt nicht mehr die seriellen Feldbus-Kommunikationsprotokolle, sondern ersetzt sie in Zukunft.

Und ein gutes Beispiel dafür ist eine Industrieanlage. Dieser Bereich verfügte in der Vergangenheit über ein Ethernet-Netzwerk-Backbone und eine Reihe von Feldbussystemen auf der Feldebene. Mit der Notwendigkeit, Feldbusse durch ein effizienteres Kommunikations-Subsystem zu ersetzen, wurde diese etablierte Ordnung durch das Aufkommen des industriellen Internets der Dinge (IIoT) zu Fall gebracht. Ein ähnlicher Wandel kann in jedem Markt oder Anwendungsbereich beobachtet werden, in dem Kommunikation sowohl auf Sensor- als auch auf Netzwerkebene stattfindet, z. B. in Smart Cities, bei der (R)Evolution des Gesundheitswesens mit dem IoMT (Internet of Medical Things), bei Schutzstrategien oder der Modernisierung von Fahrzeugen. Für all diese Zwecke ist eine nahtlose Kommunikation von entscheidender Bedeutung.

Fast Ethernet benötigt zwei Adernpaare, Gigabit-Ethernet und höher vier Paare. Single Pair Ethernet (SPE) hingegen arbeitet mit nur einem Adernpaar und liefert sowohl Strom als auch Daten. Seine Übertragungsraten – 10 MBit/s bei einer maximalen Übertragungslänge von 1.000 m bis zu 1 GBit/s bei einer maximalen Übertragungslänge von 40 m – reichen selbst für anspruchsvollste Sensortechnik völlig aus. Scanner und Kameras können damit ebenfalls integriert werden.

Single Pair Ethernet ist eine hervorragende Lösung für alle Hochgeschwindigkeits-IP-Netzwerke. Es ist ideal für Anwendungsbereiche, in denen die maximale Bandbreite weniger wichtig ist als Platzersparnis und Langstreckenkommunikation. Auch wenn die verschiedenen Anwendungsbereiche unterschiedliche physikalische Installationen erfordern, können Gebäude, Außenanwendungen und verschiedene Branchen in Zukunft von SPE profitieren.

Mit Single Pair Ethernet wird ein neuer Standard etabliert, der die notwendige Miniaturisierung und lange Kabelwege ermöglicht. Mit einer Anschlusstechnologie für den Industrieinsatz ist es möglich, eine durchgängige Verbindung vom Sensor bis in die Cloud zu schaffen.

Ein weiterer großer Vorteil ist die Möglichkeit, die angeschlossenen Peripheriegeräte über Power over Data Line (PoDL) mit Strom zu versorgen. PoDL stellt bis zu 60 W am Power Source Equipment (PSE) zur Stromversorgung zur Verfügung. So kann das Sensorsystem auch in extrem kompakten Umgebungen sowohl mit Strom als auch mit einer Datenschnittstelle versorgt werden. Zusätzliche, separate Versorgungsleitungen sind nicht erforderlich.



Anwendungsbereiche und Anwendungsfälle für Single Pair Ethernet

Ein großer Vorteil von Single Pair Ethernet ist die nahtlose IP-basierte Kommunikation vom Sensor zur Cloud. Dadurch werden Daten entlang der gesamten Prozesskette der Produktion verfügbar, was einen enormen Mehrwert für Service, Prozessoptimierung, Logistik etc. in der Smart Factory schaffen kann. Die folgenden Beispiele zeigen, wie stark SPE bereits bei Industrieanlagen vertreten ist:

Fabrikautomation

Im Bereich der Fabrikautomation vollzieht sich derzeit ein vollständiger Digitalisierungswandel.

Der Trend zur Digitalisierung mit der strukturierten Nutzung und Verarbeitung von Daten wird in immer mehr Unternehmen erkannt. Schon heute produziert eine durchschnittliche Fabrik pro Tag ein Terabyte an Daten. Doch weniger als 1 % der gesammelten Daten wird genutzt und ausgewertet. Für die Entwicklung von Daten – von Daten zu Werten – ist eine kontinuierliche Kommunikation erforderlich. Genau dafür steht Single Pair Ethernet: eine durchgängige, skalierbare und zeitkritische Vernetzung, vom Sensor bis zur Cloud. Die Anzahl der intelligenten Endgeräte nimmt stetig zu, nicht aber der verfügbare Platz – ganz im Gegenteil. Auch wird immer mehr Sensorik in Maschinen und Anlagen integriert. Hier bietet SPE die industrietaugliche Verkabelung – so kompakt und so einfach wie möglich gestaltet.

Eine Einschränkung von Standard-Ethernet war schon immer die maximale Länge von 100 Meter für eine Ethernet-Verbindung. Um größere Entfernungen in weitläufigen Anlagen, z. B. in der Fördertechnik, zu erreichen, mussten bisher zusätzliche Repeater oder Switches eingesetzt werden. Mit der SPE-Technologie ist es möglich, Geräte mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 10 MBit/s über eine Distanz von bis zu 1000 m zu verbinden und optional die PoDL-Technologie zu nutzen. So können viele Feldbustechnologien mit Datenraten von bis zu 10 MBit/s durch SPE-Lösungen ersetzt werden. Komplexe Netzwerktopologien mit Gateways zur Anbindung unterschiedlicher Systeme lassen sich nun einfacher durchgängig mit Ethernet realisieren und mit einheitlichen Ethernet-Diensten betreiben. Natürlich bietet SPE auch Kommunikationsmöglichkeiten mit Übertragungsgeschwindigkeiten von 100 MBit/s und 1 GBit/s. Multi-Gig mit 2,5/5/10 GBit/s sowie 100 MBit mit einer Ausdehnung von bis zu 300 m ist derzeit bei den IEEE 802.3 Arbeitsgruppen in der Entwicklung. Dies ist eine Voraussetzung für die Realisierung von Anwendungen mit langen Weitreichen und den schnellsten Reaktionszeiten.



Maschinenverkabelung

Produktionslinien bestehen aus intelligenten Maschinenmodulen, die miteinander kommunizieren. Bisher standen Automationsingenieure vor dem Problem, dass verschiedene Hersteller eine Vielzahl von Kommunikationsnetzen wie PROFIBUS, CAN, ASI oder DeviceNet einsetzen. Mit SPE kann ein einheitliches, völlig transparentes IP-basiertes Netzwerk ohne Gateways aufgebaut werden. Das erleichtert nicht nur die Datenerfassung und Prozessvisualisierung, sondern ermöglicht auch völlige Freiheit beim Aufbau und der Anpassung einer Produktionslinie – „plug and produce“.

In einer komplexen, modernen Maschine kommunizieren verschiedene Bus-Architekturen miteinander. Die Maschinenbauer der nächsten Generation stellen Fragen wie:

- **Wie viel Zeit wird für die Anbindung und Wartung dieser einzelnen Bussysteme aufgewendet?**
- **Wo sehen wir ein Kosteneinsparungspotenzial bei der Konstruktion der Maschine, wenn die Maschine modularer wird?**
- **Wie erhalte ich effizient die Daten von meinen Sensoren und Geräten, die ich für die vorausschauende Wartung nutzen kann?**

Beim Aufbau der Infrastruktur wird Single Pair Ethernet wesentlich kostengünstiger sein als die heute üblichen Bus- und Ethernet-Komponenten zusammen. Aufgrund seiner Zweidrahtigkeit bietet es Vorteile bei der Installation. PoDL optimiert die Energieverteilung, indem es intelligente Sensoren über ein einziges Paar mit Energie und Daten versorgt. Inbetriebnahme-, Wartungs- und Umrüstkosten werden deutlich reduziert. Die ständige Neuprogrammierung durch den Austausch einer Maschine gegen ein anderes Produkt ist mit Single Pair Ethernet wesentlich schneller.

Fallstudien von System Alliance-Mitgliedsunternehmen ergaben Kosteneinsparungen von ca. 18 % für typische Montagemaschinen bei Verwendung von Single Pair Ethernet.





Sensoren und Aktoren

Für den Bereich der industriellen Sensoren und Aktoren können die Anwendungsfälle in drei Hauptbereiche unterteilt werden. Jeder dieser Bereiche erfordert eine spezifische Topologie und bestimmte Eigenschaften, um das beste Preis-Leistungs-Verhältnis zu erreichen: In der Fabrikautomation sind kompakte Maschinenmodule mit Entfernungen von bis zu 20 Meter üblich, die eine Punkt-zu-Punkt-Kommunikation oder ein Multidrop-System erfordern oder voraussetzen (siehe Whitepaper für Multidrop-Anwendungen der Single Pair Ethernet System Alliance). Anwendungsfälle für logistische Automationsanwendungen (z. B. Lager oder Förderanlagen) sind durch Linientopologien und größere Entfernungen gekennzeichnet. Prozessautomationsanwendungen für Entfernungen über 100 m erfordern eine Punkt-zu-Punkt-Topologie mit einer Geschwindigkeit von 10 MBit/s und zusätzliche eigensichere Stromversorgungen.

SPE ist in der Lage, all diese Feldanwendungen zu verbessern, indem es eine einzigartige, schlanke und nahtlose Schnittstelle bietet. Die verringerte Schnittstellenvielfalt reduziert auch den Bedarf an Gateways für die Verbindung mit älteren Bussen und Protokollen.

Es ist auch wichtig, Stromverteilungskonzepte für feldbasierte Sensoren und Aktoren zu berücksichtigen. Sensoren benötigen in der Regel eine Leistungsaufnahme von weniger als 10 W, während Aktoren mehr Leistung und eine zusätzliche, separat gesteuerte Stromversorgung benötigen.

Daher ist eine Lösung, die Kommunikation und Stromversorgung (z. B. PoDL oder Hybridstrom) über ein kompaktes Kabel kombiniert, für alle Feldgeräte von Vorteil. Die Nutzung von nur einem Kabel macht zusätzliche Verbindungsleitungen überflüssig und reduziert den Verdrahtungsaufwand innerhalb einer Maschine erheblich.

Ein besonderer Anwendungsfall für Feldgeräte ist die Anbindung von Sensoren an Auswerteeinheiten, die in separaten Gehäusen untergebracht sind. Dies ergibt sich typischerweise aus Platzmangel in einer Maschine oder einem Roboterwerkzeug. Diese Anwendungen erfordern schnelle, leichte Kabel mit kleinem Durchmesser für Entfernungen unter 10 m.

Die nachstehende Tabelle zeigt verschiedene Anwendungen mit den entsprechenden Anforderungen an SPE-Anschlüsse. Einige Anforderungen dieser Anwendungen sind nicht auf die heute verfügbare Technologie anwendbar, sie bieten jedoch Anhaltspunkte für zukünftige Anforderungen.

Anwendung	Geschwindigkeit	Länge	Leistung	Topologie	Bezeichnung	Technologie verfügbar
1	1 Gbit/s	40 m	PoDL	P2P	Lokale Hochgeschwindigkeits-Verbindungsleitungen	Ja
2	100 Mbit/s	> 100 m	PoDL	P2P	Feldbusse	Nein (derzeit auf 15 m begrenzt)
3	10 Mbit/s	60 m	PoDL	P2P	IO-Link	Ja
4	10 Mbit/s	60 m	Zusätzliche Leistung	P2P + Hybrid-Leistung Multidrop	Aktor	Nein (derzeit Multidrop nur mit 25 m)
5	10Mbit/s	< 25 m	PoDL	Multidrop	Schalter, Anzeigen, einfache Sensoren und Aktoren mit geringem Stromverbrauch	Teilweise (noch kein PoDL)
6	10 Mbit/s	200 m	APL*	P2P	EX-i-Anwendungen	Ja
7	10 Mbit/s	1000 m	PoDL	P2P	Weit auseinander liegende Geräte (Schiffe, Smart Cities, Raffinerien usw.)	Ja

Tabelle A: Überblick über ausgewählte SPE-Anwendungen für die Fabrik-, Logistik- und Prozessautomation.

* APL ist die Advanced Physical Layer, die eigensichere Energie bereitstellt.



Robotik

SPE-Lösungen vereinfachen die Kabelverdrahtung in allen Arten von Robotern.

SPE bietet mehr Bandbreite als herkömmliche Protokolle (10-1000 MBit/s), so dass die Kommunikation zwischen Roboterarm und Steuereinheit mit größeren Datenrahmen, höheren Abtastraten und höherem Verkehrsaufkommen arbeiten kann. So kann beispielsweise die hochauflösende 2D- oder 3D-Robotervision genutzt werden, um die korrekte Ausrichtung der Werkstücke zu überprüfen oder Defekte an den Objekten festzustellen.

Die Einführung der Fernspeisung über SPE mit PoDL vereinfacht auch die Verkabelung entlang des Roboterkörpers, da Daten und Strom in einem einzigen Kabel untergebracht sind. Die Verringerung der Anzahl von Kabeln und Verbindungen trägt zu weniger Ermüdungsausfällen, einer schnelleren Fehlerbehebung und einer allgemein einfacheren Wartung bei.

Mit einem kleineren Biegeradius im Vergleich zu herkömmlichen Automationskabeln kann Single Pair Ethernet auch zu einer Reduzierung der Abmessungen von Roboterkörper und -armen führen. Ein typisches zweipaariges PROFINET Star Quad Kabel hat beispielsweise einen Durchmesser von etwa 6,7 mm und einen Biegeradius von 50 mm (ein Faktor von 7,5x Kabeldurchmesser). Das Single-Pair-Ethernet-Kabel AWG22 hat typischerweise einen Durchmesser von etwa 5,7 mm und einen Biegeradius von 23 mm – ein Faktor von 4x Kabeldurchmesser. So können die Elemente eines Roboters engere Bewegungen ausführen, ohne die Kommunikation zu beeinträchtigen, und Merkmale wie Armabstände können reduziert werden.



Kleinere Roboter mit weniger Kabeln, weniger Steckverbindern und weniger Austausch von defekten Verkabelungselementen führen zu einer Verringerung des Materialverbrauchs und einer geringeren CO₂-Bilanz.

Die höhere Bandbreite und PoDL ebnen zusammen den Weg für eine anspruchsvollere Generation von End of Arm (EoA) Werkzeugen. Ohne Single Pair Ethernet stellen die alten Kommunikationskabel eine Einschränkung für die Entwicklung der Robotik dar, während sie die Kommunikation mit Single Pair Ethernet aktiv unterstützen könnten.

Single Pair Ethernet kann auch Protokolle der älteren Generation verarbeiten und ersetzt bereits alte physikalische Medien für RS485, CAN, FF H1 und CC-Link. SPE-Lösungen können heute installiert werden, um ältere Protokolle auszuführen und gleichzeitig für die Ethernet-Anwendungen von morgen gerüstet zu sein.

Prozessautomation

Wenn es um Prozessautomation geht, denkt man sofort an riesige Areale mit sehr großen Gebäuden oder Tanks. Um einen stabilen, sicheren und automatisierten Prozess zu erreichen, müssen alle Sensordaten gesammelt, vorverarbeitet und den verantwortlichen Fachleuten sofort nachvollziehbar vermittelt werden. Die vollständige Statusübersicht und Fernsteuerung aller Standorte weltweit ist für viele Unternehmen ein gemeinsames Ziel. Darüber hinaus ist die Prozessindustrie auf der Suche nach konsistenten Daten vom Sensor zur Cloud oder zu ERP-Systemen.



Was genau sind also die Vorteile von SPE in der Prozessautomation?

Einer der größten Vorteile von 10BASE-T1L ist die Fähigkeit, Kabellängen von bis zu 1 km mit einer Bandbreite von 10 MBit/s bereitzustellen. Das sorgt für effiziente Netzwerkstrukturen, ohne dass dazwischen liegende Netzwerkgeräte zur Auffrischung der Signale benötigt werden. Natürlich ist es auch möglich, ohne zusätzliche Kommunikationsgateways zu arbeiten – es ist alles ein Netz.

Eine weitere großartige Feature ist Power over Dataline (PoDL). Diese Technologie ermöglicht es, Strom über das 2-Draht-Datenkabel einzuspeisen und so ausreichend Energie für viele Standard-sensoren bereitzustellen.

Schließlich gibt es noch die Multidrop-Fähigkeit von 10BASE-T1S. Überall dort, wo es eine Reihe von Sensoren an einem Ort gibt, kann man einfach von einem Gerät zum anderen „springen“, um sie mit dem Netzwerk zu verbinden. Das macht die Verdrahtung sehr überschaubar und spart somit eine Menge Verdrahtungsaufwand.

Auch für Ex-Bereiche gibt es eine spezielle Lösung: den Advanced Physical Layer (APL) Standard für Single Pair Ethernet. Er ist für die Prozessautomation optimiert und bietet zusätzliche Features. In Kombination mit dem robusten Design für starke Beanspruchung und der Tatsache, dass es ein eigensicheres Ethernet bietet, stellt APL eine perfekte Lösung für die Prozessindustrie dar, um Sensoren in Zone 0 oder explosiven Umgebungen anzuschließen.

Insbesondere für den Öl- und Gassektor sowie für den Chemiesektor ergeben sich mit APL zahlreiche neue Lösungsmöglichkeiten, die zu effizienteren Netzstrukturen sowie zu nahtlosen und schnelleren Netzwerken führen.

Zusätzliche Features wie EX-i-Ethernet erfordern zusätzliche Hardware. Aus diesem Grund sind die Gesamtkosten für APL höher als bei SPE.





Grüne Energie

Bei Green-Tech- und Green-Field-Anwendungen dreht sich alles um Daten. Bei Windturbinen, Solarparks oder zukünftigen „Power-to-Grid“- bzw. „Power-to-Gas“-Anwendungen besteht immer die Notwendigkeit, die eingespeiste Energie zu messen und mit dem intelligenten Energienetz zu synchronisieren. Zudem ist die Kommunikation wesentlich für die Fähigkeit, das Netz zu kontrollieren.

Lassen Sie uns einen genaueren Blick auf die grüne Energiebranche werfen und wie sie von SPE-Lösungen profitieren kann. Bei den heutigen Windkraftanlagen ist eine Datenverbindung von der Gondel bis zum Boden der Anlage aufgrund ihrer Höhe (> 100 m) mit den üblichen ethernetbasierten Verbindungen nicht möglich. Derzeit werden Glasfaserverbindungen oder drahtlose Lösungen verwendet. Die Fähigkeit von SPE, sich bis zu 1 km zu erstrecken, macht es zu einer praktikablen Lösung für solche Langstreckenverbindungen. Darüber hinaus ermöglicht SPE die Verwendung von Steckern mit besseren mechanischen Eigenschaften als RJ45 (z. B. höhere Steckzyklen, bessere Schock- und Vibrationsfestigkeit usw.).

Bei Solarparks oder „Power-to-Grid/Gas“-Anlagen sind auch Entfernungen von mehr als 100 m zwischen den Anschlusspunkten üblich. SPE ermöglicht Verbindungen von bis zu 1000 m.

IIoT-Lösungen – insbesondere netzunabhängige – sind oft mit Platzproblemen konfrontiert. SPE-Steckverbinder benötigen weniger als 50 % des Platzes von RJ45-Steckverbindern und könnten der Schlüssel zu Lösungen mit den kleinstmöglichen Abmessungen sein.



Automation in rauer Umgebung

Der Bedarf an nahtloser Konnektivität und effizienter Automation beschränkt sich nicht nur auf die in den vorangegangenen Abschnitten genannten Standardanwendungen in Innenräumen. Sie ist auch entscheidend für Anwendungen in anspruchsvollen Umgebungen, in denen Feuchtigkeit, extreme Kälte oder Hitze, Salznebel usw. herrschen. Typische Beispiele sind tragbare Geräte, Frachtschiffe oder unbemannte Fahrzeuge (am Boden, unter Wasser oder in der Luft).

Ein unbemanntes Luftfahrzeug (UAV) kann als ein fliegendes Netzwerk mit hoher Störanfälligkeit sowie extremen Gewichts- und Platzbeschränkungen beschrieben werden, um dieses letzte Beispiel zu vertiefen. Heutzutage bestehen UAVs aus zwei Gruppen von Teilen: Die erste Gruppe umfasst Teile, die für den Flug wesentlich sind (eine Reihe von Sensoren und Aktoren, GPS und Flugsteuerung). Die zweite Gruppe umfasst alle Komponenten, die an Bord des UAVs gebracht werden, damit es seinen spezifischen Auftrag erfüllen kann, auch Nutzlast genannt. Die Nutzlast besteht in der Regel aus hochauflösenden optischen und thermischen Kameras, LIDAR-Systemen, hochpräzisem GPS oder anderen missionsspezifischen Sensoren und Aktoren.

Heutzutage verfügen alle diese Teile über ihre eigenen eingebetteten Kommunikationsprotokolle – von der allgemeinen seriellen Kommunikation (UART u. a.) bis hin zu spezifischeren Alternativen mit höherer Bandbreite (z. B. HDMI, USB oder Ethernet). Daraus ergeben sich drei wesentliche Konsequenzen:

1. Durch die Notwendigkeit von Gateways und vielen anderen Protokollkonvertern ist die Implementierung des gesamten Kommunikationssystems sehr komplex.
2. Die Entwicklung modularer Architekturen – wünschenswert für eine anpassungsfähige Nutzlast – ist begrenzt.
3. Die Summe der Verbindungselemente kann sperrig und schwer sein.





Vor diesem Hintergrund wird die Relevanz eines Verbindungstechniksystems mit einer viel geringeren Anzahl von Protokollen deutlich. Zudem könnte ein einziges Kommunikationsprotokoll sowohl für die Vernetzung von Sensoren und Aktoren (mit einer busähnlichen Architektur und langsamer Datenübertragung) als auch für den Anschluss von Kameras mit hoher Auflösung und/oder niedriger Latenz verwendet werden, die größere Übertragungsbandbreiten erfordern. Darüber hinaus wäre es vorteilhaft, wenn dieses hypothetische Kommunikationsprotokoll auf kleinen und leichten Kabelementen und Steckverbindern basieren würde und wenn die vernetzten Komponenten von einer einfachen IP-Adressierung zusammen mit dem Transmission Control Protocol (TCP) profitieren könnten.

SPE verkörpert all diese Funktionen und vereinfacht die Implementierung solcher Anwendungsfälle.

Gebäudeautomation

Single Pair Ethernet ist ideal geeignet, um eine Vielzahl von Anwendungen in der Gebäudeautomation an das Datennetz anzuschließen. SPE-Komponenten sind wesentlich kompakter als die gängigen wRJ45-Steckverbinder. Dadurch kann die Anschlussdichte an Netzwerkgeräten im Gebäudebereich erhöht werden. Damit ist die Grundlage für die Netzwerkanbindung von Licht-, Temperatur-, Rauch- oder Luftsensoren sowie Steuerungen für Fenster und Rollläden geschaffen. In diesem Zusammenhang wird oft das Anwendungsbeispiel der digitalen Decke genannt. Hier werden SPE-Kanäle innerhalb der strukturierten digitalen Deckenverkabelung über mehrere Zonen bis hin zum Etagenverteiler gebündelt. Somit lassen sich z. B. Rauchmelder oder Beleuchtungssensoren sehr einfach in ein Gebäudenetzwerk mit Single Pair Ethernet-Lösungen integrieren.

SPE in intelligenten Gebäuden

Intelligente Gebäude sind ein hochgestecktes Ziel. Sie sollen sicherer, effizienter, nachhaltiger und zukunftssicherer sein. Sie sollen sicherstellen, dass der physische Raum einfach und kosteneffizient angepasst werden kann, um die erforderliche Energie, Beleuchtung, HLK, IT und Daten überall dort bereitzustellen, wo sie benötigt werden, unabhängig davon, wie ein Gebäude konfiguriert ist.

Um die Daten zu sammeln, die benötigt werden, um ein Gebäude wirklich „intelligent“ zu machen, müssen Systeme der Betriebstechnologie (OT) mit der Informationstechnologie (IT) auf einer einzigen Plattform zusammenarbeiten, die es IoT-Geräten wie Sensoren, Steuerungen, Thermostaten und Video-streaming ermöglicht, eine kontinuierliche IP-Kommunikation vom Rand zur Cloud aufrechtzuerhalten. Durch die Verlagerung von Daten in die Cloud können diese in Echtzeit erfasst und genutzt werden, was bei den derzeitigen Gebäudeautomationssystemen nicht möglich ist, die oft auf diskreten, proprietären Netzwerken mit Gateways laufen, die den universellen Zugriff auf die Daten blockieren.

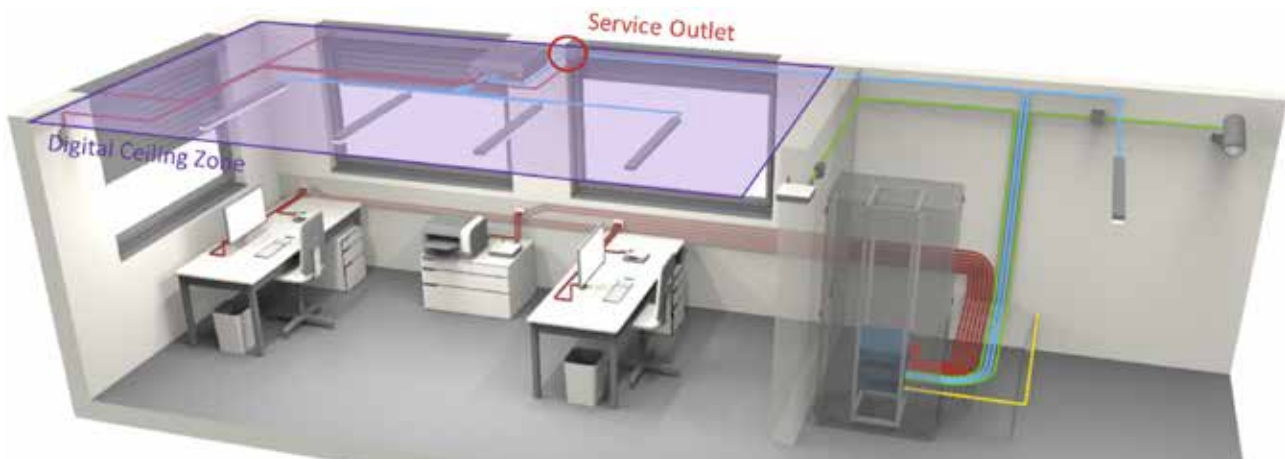
Das Zusammenbringen von OT und IT auf ein und derselben Plattform eröffnet eine größere Produktauswahl, vereinfacht die Wartung, senkt die Kosten und ermöglicht schließlich die Erfassung von Sensordaten zur Regelung des Energieverbrauchs, der Netzwerksicherheit und der Sicherheits- oder Gesundheitssysteme. Informationen, die es Gebäudeeigentümern und -verwaltern ermöglichen, vor Ort fundierte Entscheidungen zu treffen und so wirklich zukunftsfähige Gebäude zu schaffen.



SPE in der digitalen Decke

Im Umfeld der Gebäudeautomation ist Single Pair Ethernet nicht unbedingt als Ersatz für die bestehenden RJ45-Steckverbindersysteme zu verstehen. Vielmehr wird sich SPE wohl als Ergänzung zum bestehenden Ethernet etablieren. Ein durchgängiges All-IP-Netzwerk in der Gebäudeautomation, d. h. eine durchgängige Verbindung vom Sensor bis zur Cloud mit dem Internetprotokoll, wird von kaum einem Experten bezweifelt. Eine vorhandene IP-Infrastruktur zur Anbindung der Geräte ist heute Voraussetzung für die Gebäudeautomation in einem Gebäude.

Der modernste Ansatz hierfür ist die strukturierte Verkabelung, die in der Norm ISO/IEC 11801-6 definiert ist. In diesem Fall wird bei der Erstinstallation eine Vorverkabelung mit sogenannten Servicesteckdosen in der Decke vorgenommen. Innerhalb einer vordefinierten Zone sind diese Steckdosen in regelmäßigen Abständen vorhanden und bieten Anschlusspunkte für alle IP-Geräte. Über die strukturierte Deckenverkabelung werden die Steckdosen mit dem nächstgelegenen Etagenverteiler verbunden.



Smart Building-Konzept mit digitaler Decke

Da davon auszugehen ist, dass die Anzahl der an die Servicesteckdose anzuschließenden Geräte weiterhin exponentiell ansteigen wird, gibt es verschiedene Möglichkeiten, Anschlusspunkte in der Zone bereitzustellen. Der Einsatz von Single Pair Ethernet bietet eine attraktive Möglichkeit, mögliche Engpässe zu vermeiden und mehr Anschlusspunkte an der Servicesteckdose zu schaffen. Dabei ersetzt SPE nicht zwangsläufig die bewährte RJ45-Verbindung an der Servicesteckdose, sondern ermöglicht die letzte Strecke der Verbindung zwischen Servicesteckdose und Gerät.

Die wichtigsten Vorteile von Single Pair Ethernet in der Gebäudeautomation:

- Verbesserte Sicherheit mit vollständig integriertem IP-Protokoll und Ethernet bis hin zur Sensor-/Aktor-Ebene
- Verbesserte Bandbreite für Datenerfassung und -austausch
- Keine Gateways erforderlich
- Nur Ethernet-Protokoll-Kenntnisse erforderlich
- Einfache, standardisierte Planung auf der Grundlage generischer Verkabelungsverfahren
- Nutzung der vorhandenen Verkabelungsinfrastruktur in der digitalen Decke möglich
- Größenvorteile durch LAN-ähnliche Verkabelungsinfrastruktur
- Plug & Play-Ansatz mit angeschlossener Verkabelungsschnittstelle



Automation von Frachtschiffen

Frachtschiffe sind ein wichtiger Bestandteil der heutigen globalen Logistik. Um stabile Lieferkosten und Transportzeiten sicherzustellen, werden die Schiffe immer größer und schneller. Gleichzeitig müssen die Schiffe immer mehr Vorschriften einhalten.

Die meisten Schiffstypen haben ähnliche Anforderungen an die Verbindungsleitungen. Alle verfügen über Sensoren und Aktoren, die gesteuert werden müssen. Zu den üblichen Steuerungsanwendungen gehören Navigation, Ballasttankkontrolle oder Statusüberwachung für verschiedene Systeme auf der Brücke. Ein immer wichtiger werdendes Thema in diesem Bereich ist der Bedarf an Echtzeitinformationen für alle Beteiligten. Die Anbindung an ein Cloud-System bietet die Möglichkeit, Daten in Echtzeit zu sammeln, vorzuverarbeiten und bereitzustellen. Wichtig sind auch die Entfernungen der Datenverbindungen auf einem Schiff selbst.

Es besteht die Notwendigkeit, spezielle Netzwerke einzurichten, um die besonderen Anforderungen der maritimen Industrie zu erfüllen. Dank seiner Robustheit und der Möglichkeit, Entfernungen von bis zu 1 km zu überbrücken, kann Single Pair Ethernet nützliche und kostengünstige Lösungen für die Frachtschiffindustrie bieten.





Infrastruktur und Smart City

Die Städte haben sowohl ein enormes Potenzial als auch einen teilweise dringenden Modernisierungsbedarf. Die heutigen technologischen Möglichkeiten sind riesig – müssen aber noch vollständig erkundet werden. Urbane Themen von wachsender Bedeutung, wie das elektrische Fahren, drängen darauf, die Infrastrukturverbindungen zu aktualisieren.

Neue Technologien wie die intelligente Straßenbeleuchtung können sowohl die Sicherheit erhöhen als auch den Energiebedarf senken. Eine weitere weit verbreitete Anwendung in vielen Städten ist die Kameraüberwachung zu Sicherheits- oder Verkehrszwecken.

Alle diese neuen Technologien haben eine gemeinsame Voraussetzung: funktionierende Datenverbindungen über große Entfernungen. Der reduzierte Kabeldurchmesser und die Steckerschnittstelle sowie der kleinere Biegeradius von Single Pair Ethernet helfen bei der Verkabelung und Ansteuerung von Geräten in schwierigen oder schwer zugänglichen Anwendungsumgebungen.



Fazit und Ausblick

In diesem Beitrag wurde dokumentiert, wie Single Pair Ethernet für die Feldkommunikation in verschiedenen Anwendungsfällen der Automation eingesetzt werden kann, sei es in Fabriken, großtechnischen Prozessen, Gebäuden, rauen Umgebungen, auf See oder in Städten. Das Internet der Dinge (IoT) wird bereits Realität. Kein klassischer Feldbus oder andere Legacy-Protokolle können die Vorteile einer durchgehenden IP-basierten Verbindung vom Sensor zur Cloud bieten. Es ist nur logisch, dass sich die Ethernet-Technologie überall dort, wo es viele vernetzte Objekte gibt, immer weiter ausbreitet. Die entsprechende Sensor- und Aktortechnologie wird immer mehr verfügbar.

Das bedeutet aber auch, dass die Verkabelungswege immer länger werden, während der verfügbare Platz für Verkabelung, Biegeradien und Steckverbinder immer kleiner wird. SPE bietet durchgängige, skalierbare und deterministische Netzwerklösungen vom Sensor bis zur Cloud. Ohne Gateways oder eine Vielzahl von Protokollen können Prozesse anlagenübergreifend visualisiert und optimiert werden.

Der Übergang von bestehenden Anlagen (Brown Field) zur Nutzung von SPE an den Rändern des IoT wird einige Zeit in Anspruch nehmen, aber neue Anlagen (Green Field) beginnen von Anfang an mit SPE. Diese Entwicklung wird sich in den nächsten Jahren voraussichtlich beschleunigen. Die ersten groß angelegten Installationen werden wahrscheinlich Mitte der 2020er Jahre erfolgen, und von da an wird die Anzahl zunehmen. Potenziell kann eine große Anzahl von Sensoren und Aktoren von der Anbindung an IP-Netze durch SPE profitieren. Die SPE SA prognostiziert 50 Millionen Knoten allein in der Fabrikautomation bis 2030, während das IEEE von 250 Millionen Knoten in allen Märkten zusammen ausgeht.

