

APPLICATION NOTE

STROMVERSORGUNG VON SINGLE PAIR ETHERNET GERÄTEN

SPE IST EINE VIELVERSPRECHENDEN TECHNOLOGIE UM SENSOR- UND AKTUATOR- NETZWERKE MIT IP-TECHNOLOGIE ZU VERNETZEN. NEBEN DER AUSWAHL DES PASSENDEN SPE PROTOKOLLS IST AUCH DIE WAHL EINER OPTIMALEN STROM- VERSORGUNG EIN WICHTIGER FAKTOR FÜR DEN ERFOLG VON SPE IM MARKT

SPE ANWENDUNGEN

Single Pair Ethernet als neuer einfacher Physical Layer mit nur einem Aderpaar ermöglicht den Einsatz von Ethernet basierter Datenübertragung in vielen Bereichen, bei denen heute noch andere Übertragungsverfahren dominieren. Über die entsprechenden Vorteile von SPE wie reduzierter Bauraum, Gewicht und durchgängig einheitliche Ethernet-Protokolle wurde schon viel berichtet. Auch die möglichen Anwendungen sind vielfältig. Im Bereich der Gebäude- und Industrieautomation konzentriert sich der Fokus für SPE auf den Bereich der Sensorik und Aktorik – hier dominieren heute noch diskrete oder analoge 4-20 mA Sensoren und eine Vielzahl von Bussystemen den Markt. Durch den Einsatz von SPE werden hier die größten Vorteile realisiert.

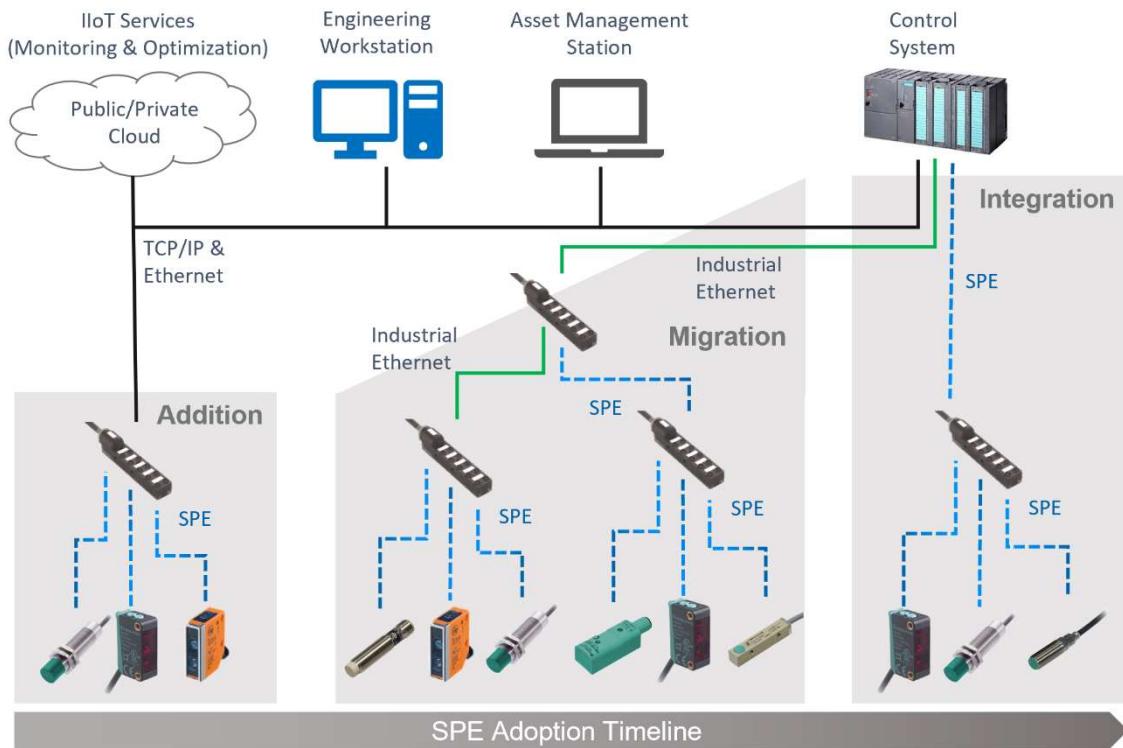


Bild 1: Mögliches Scenario für Implementierung von SPE (Quelle TE)

Bild 1 zeigt ein sehr wahrscheinliches Szenario, wie sich der Einsatz von SPE, ausgehend von der Feldebene, gestalten wird und sich im Markt etablieren kann.

SPE für Sensor- und Aktuator-Netzwerke

SPE in der Feldebene kann die Vielzahl der heute verwendeten Übertragungssysteme erheblich reduzieren und somit die Planung, Installation und Wartung der Sensornetzwerke vereinfachen und gleichzeitig höhere Datenraten bereitstellen. Schaut man sich die Verkabelungs- und Verbindungstechnik hier genau an, fällt eine Marktanforderung besonders ins Auge. Nahezu alle Sensoren und sehr viele Aktuatoren sind über robuste Einkabellösungen in hoher Schutzart angeschlossen. Somit ist neben der Auswahl des geeigneten SPE Protokolls, hinsichtlich Datenrate und erzielbarer Reichweite, auch die geeignete Stromversorgung ein Kernpunkt, der mit betrachtet und gelöst werden muss. Folgende Kombinationen von SPE Protokoll, Stromversorgungskonzept und Netzwerkstruktur sind je nach Anwendungsfall sinnvoll:

SPE Protokoll	Stromversorgungssystem	Netzwerkstruktur / Verbindungstechnik
10BASE-T1S	M8 Hybrid mit einem zusätzlichen Kontaktpaar für die Stromversorgung	PtoP (15 m) und/oder PtoMP (min. 25 m und min. 8 Knoten) via M8 Hybrid Verbinder nach IEC 63171-6
10BASE-T1L	PoDL oder Engineered PoDL (wie z.B. APL)	PtoP Minimum 1.000 m via IP65/67 SPE Steckverbinder nach IEC 63171-6
100BASE-T1 oder 1000BASE-T1	PoDL oder vereinfachtes PoDL nur mit 24 V DC	PtoP Minimum 40 m via IP65/67 SPE Steckverbinder nach IEC 63171-6
100BASE-T1 oder 1000BASE-T1	M8 Hybrid mit 2 zusätzlichen Kontakten oder M12 Hybrid mit 2 bis 5 zusätzlichen Kontakten für die Stromversorgung	Switched Linien oder Sternstruktur via M8 oder M12 Hybrid Verbinder nach IEC 63171-6 bzw. IEC 63171-7

Tabelle 1: Verschiedene SPE-Protokolle mit unterschiedlichen Übertragungsgeschwindigkeiten und passendem Stromversorgungssystem

Option 1 – 10BASE-T1S und hybride Stromversorgung

bietet die nützlichen Eigenschaften für Sensor-/Aktor-Netzwerke innerhalb von Automatisierungsanwendungen aufgrund folgender Merkmale:

- PtoP (Punkt zu Punkt) oder PtoMP (Punkt zu Multipunkt oder Bus) Struktur mit 10 Mbit/s
- M8 Hybrid Verkabelungssystem unterstützt Daisy-Chain-Strukturen und einfache Versorgung des Geräts ohne zusätzliche Komponenten für PoDL-Versorgung.
- Mit MultiDrop PtoMP wird eine viel geringere Anzahl von Ports an den Switches benötigt, um eine hohe Anzahl von Geräten anzuschließen.

Option 2 – 10BASE-T1L in Kombination mit einem angepassten Fernspeisesystem

Diese als **Advanced Physical Layer** (kurz APL) bekannten Systeme, werden für die Prozessindustrie eingesetzt. Hier ist eine große Link-Länge typisch und die Kabelkosten spielen eine große Rolle. Für solche Anwendungen im EX-Bereichen erfolgt die Stromversorgung via Fernspeisung über das Datenpaar. Es sind je nach Übertragungslänge und Anforderungen an die Eigensicherheit (EXi) entsprechende Leistungsklassen definiert. Für die eigensicheren 200 m Spur-Segmente sind dies 15 V und max. 1,17 W und für die bis zu 1.000 m langen Trunk-Segmente 50 V und max. 92 W. Diese

Netzwerke werden genau geplant und fest installiert. Die passende Leistungsklasse wird fix am speisenden Switch eingestellt und aufgeschaltet.

	APL Port Profile				Unit
Class	15 V			50 V	
Class#	A	B	C		
$V_{PSE(max)}$	15			50	V
$V_{PSE(min)}$	9,6	10,1	11,61	46	V
$I_{PI(max)}$	55,56	115	95	1250	2000 mA
$P_{PD(max)}$	0,54	1,17	1,1	57,5	92 W

Tabelle 2: APL Port Profile Spezifikation

Option 3 – SPE in Kombination mit Power over DataLine (PoDL) Fernspeisung

Dies ist die im Markt bekannteste Lösung, um Datenübertragung und Stromversorgung in einem Aderpaar zu kombinieren. Für die Fernspeisung über PoDL ist mit dem **Serial Communication Classification Protocol (SCCP)** ein Verfahren verfügbar, um die jeweilige Leistungsklasse zwischen Power Sourcing Equipment (PSE) und Powered Device (PD) automatisch auszuhandeln. Dabei sind nach IEEE802.3bu zehn Leistungsklassen 12 V / 5 W max., 24 V / 10 W max. und 48 V / 50 W max. definiert. In der IEEE802.3cg wurden sechs weitere Leistungsklassen mit 24 V / 8,3 W max. und 55 V / 52 W ergänzt. Werden die Geräte fest installiert und sind die Leistungsklassen bekannt, kann auch ein „vereinfachtes“ PoDL ohne SCCP verwendet werden. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es nicht sinnvoll, dass ein PSE oder PD alle 16 Klassen unterstützt. Der Aufwand insbesondere in den Switchen oder PoDL Injektoren wäre einfach zu groß und somit unwirtschaftlich. Eine Beschränkung beispielsweise auf die für die Automatisierung üblichen 24 V scheint hier angebracht und sollte in den Industrial Ethernet-Gruppen spezifiziert werden, um eine Art „Industrial PoDL“ mit 24 V DC im Markt zu etablieren.

	IEEE 802.3bu										IEEE 802.3cg						Unit
Class	12 V		12 V		24 V		24 V		48 V		24 V			55 V			
	unregulated		regulated		unregulated		regulated		regulated								
Class#	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
V _{PSE(max)}	18				36				60		30			58			V
V _{PSE(min)}	6		14,4		12		26		48		20			50			V
I _{PI(max)}	101	227	249	471	97	339	215	461	735	1360	92	240	632	231	600	1579	mA
P _{PD(max)}	0,5	1	3	5	1	3	5	10	30	50	1,23	3,2	8,3	7,7	20	52	W

Tabelle 3: PoDL Klassen nach IEEE802.3bu und IEEE802.3cg

Option 4 – SPE in Kombination mit einer hybriden Stromversorgung

Option 4 ist eine weitere Möglichkeit für die Stromversorgung ist mit einem zusätzlichen Adernpaar nur für die Stromversorgung. Diese hybride Stromversorgung ermöglicht höhere Leistungen und auch Liniensstrukturen, mit der Möglichkeit, die Stromversorgung von Gerät zu Gerät durchzuschleifen. Mit dem M8 Hybrid ist auch hierfür eine in der IEC 63171-6 genormte Schnittstelle für 60 V / 8 A verfügbar. Weitere auf M12 basierende Kombischnittstellen für SPE und Power sind in Arbeit und werden in der IEC 63171-7 normiert.



Bild 2: M8 Hybrid gemäß IEC 63171-6

Unter Verwendung dieser Hybriden Stromversorgung sind neben der klassischen Punkt zu Punkt Verbindung auch Liniensstrukturen oder beliebige Baustrukturen möglich (siehe Bild 3). Sollte der Leistungsbedarf der angeschlossenen Geräte größer sein oder der Spannungsabfall zu groß werden, kann das Netzwerk auch aufgeteilt werden und mit verteilten Netzteilen wie unter (c) in Bild 3 gezeigt ausgestattet werden.

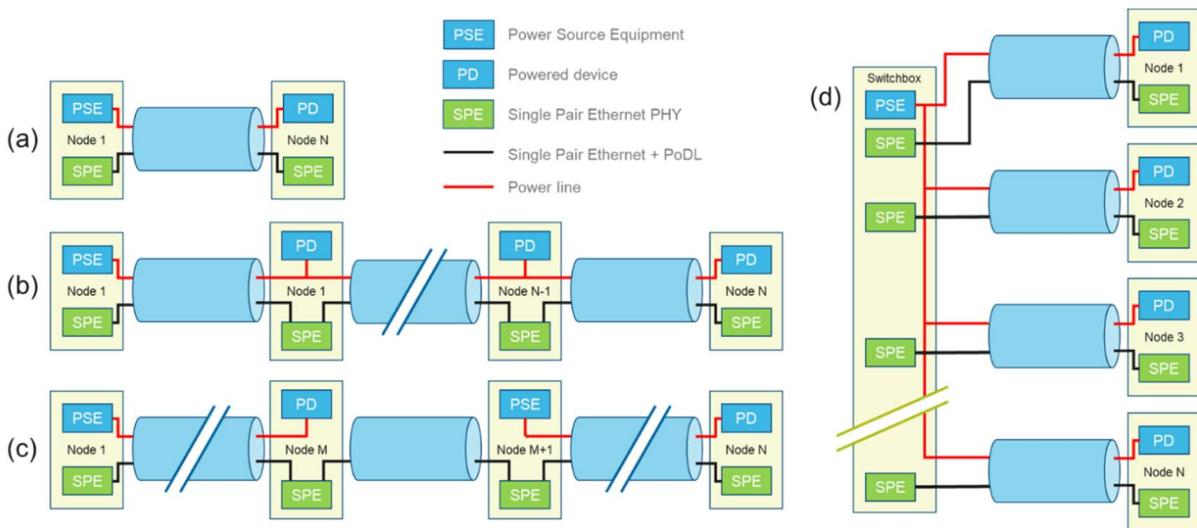


Bild 3: Vielfältige Netzwerktopologien: (a) Punkt zu Punkt, (b) Busgespeist, (c) Busgespeist mit zusätzlichen Wiederversorgungspunkten, (d) Switch mit Hybrid-Stromversorgung mit dem M8 Hybrid gemäß IEC 63171-6

Vergleich der möglichen Stromversorgungskonzepte

Für die Versorgung von SPE Geräten kann man die Stromversorgung via, PoDL, Hybrid mit zwei getrennten im gleichen Steckverbinder und Kabel oder auch direkt mit zwei separaten Steckverbinder und Kabel ausführen. Alle Konzepte haben ihre Vor- und Nachteile (siehe Tabelle 4).

Eigenschaft	PoDL	Hybrid	Direkte
Leistung	bis 10 W @24 V DC bis 50 W @48 V DC	bis 200 W @24 V DC bis 400 W @48 V DC	unbegrenzt
Kabel	Ein dünnes Kabel	Ein Kabel	Zwei separate Kabel
Größe Steckverbinder	M8 oder M12 (IEC 63171-6) Bauform	M8 Hybrid (IEC 63171-6) oder M12 Hybrid (IEC 63171-7) Bauform	Zwei Schnittstellen
Netzwerk-struktur	Nur Punkt zu Punkt	Punkt zu Punkt, Linie oder Baum	Punkt zu Punkt, Linie oder Baum
EMV	Daten- und Stromversorgung im gleichen Aderpaar	Galvanisch getrennte Aderpaare für Daten- und Stromversorgung	
Typische Anwendungen	Sensor-Netzwerke	Sensor- und Aktuator-Netzwerke	Geräte im Schaltschrank und Geräte mit hohem Strombedarf

Tabelle 4: Vergleich der unterschiedlichen Stromversorgungskonzepte

SPE Verkabelungsnormung

Bevor man SPE im großen Stil in der Industrie einsetzen kann, wird auch die passende Verkabelung benötigt. Im April 2021 die ISO/IEC 11801-3 AMD1 für die einpaarige Industrieverkabelung verabschiedet. Die zugehörige Installationsnorm IEC 61918 AMD1 für SPE ist ebenfalls in Arbeit und wird in Kürze veröffentlicht. In diesen Normen findet der Anwender genaue Angaben zur Ausführung der Verkabelung, wie die Anzahl der zulässigen Steckstellen und Kabellängen sowie auch die Referenzen zu den zu einzusetzenden Kabeltypen und Steckverbindern. Als zulässige Schnittstelle wird hier auf die IEC 63171-6 mit seinem einheitlichen Steckgesicht in den bewährten industriellen Bauformen verwiesen.



Bild 4: SPE Steckverbinder-Ausführungen nach IEC 63171-6 als IP65/67 sowie als IP20 Ausführungen (obere Reihe v.l.n.r.: M12 PushPull Stvb., M8 PushPull Stvb., M8 SnapIn Stvb. und IP20 Stvb. / untere Reihe v.l.n.r.: M12 Buchse mit Schraub- und PushPull-Verriegelung, M8 Buchse mit SnapIn- und PushPull-Verriegelung, gewinkelte IP20 Leiterplattenbuchse) (Quelle: HARTING)



DOKUMENT INFORMATIONEN



Dokument: 2021-10_SPE_APPLIKATIONNOTE_POWER-DE-V10.DOCX

Datum: 2021-10-15 **Version:** 1.0

URHEBERRECHTSHINWEIS

Dieses Dokument ist geistiges Eigentum des SPE Industrial Partner Network e.V., welchem auch das ausschließliche Urheberrecht daran zusteht. Inhaltliche Änderungen, die Vervielfältigung oder der Nachdruck dieses Dokumentes ist nur mit der ausdrücklichen Erlaubnis des SPE Industrial Partner Network e.V. gestattet.

Der SPE Industrial Partner Network e.V. behält sich das Recht vor, dieses Dokument vollständig oder teilweise zu ändern. Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Titelhalter.

KONTAKT

SPE Industrial Partner Network e.V.

Weher Straße 151
D-32369 Rahden
Germany

info@single-pair-ethernet.com
www.single-pair-ethernet.com