

# INDUSTRIAL IOT

## INDUSTRIE 4.0: SINGLE PAIR ETHERNET FÜR DIE FELDEBENE

Was leistet der neue Vernetzungs-Standard?

FACHBEITRAG



# Was leistet der neue Vernetzungs-Standard?

**Single Pair Ethernet (SPE) gilt als einer der Megatrends der industriellen Datenübertragung und “Enabler” von IIoT und Industrie 4.0. Obwohl im Grunde “nur” eine Ethernet-basierte, anwendungsgerechte Verkabelung und weit entfernt von der medialen Aufmerksamkeit wie für den Mobilfunkstandard 5G, kann diese Technologie das “Industrielle Internet der Dinge” Realität werden lassen. Jeder Sensor oder Aktor in den Anwendungsfeldern Industrie-, Prozess- und Gebäudeautomation sowie Automotive ist über das Internet erreichbar. Erst der barrierefreie Zugang auf jeden Sensor erlaubt es, eine hinreichend große Menge an Daten unkompliziert zu erfassen, um Technologien wie Künstliche Intelligenz oder Machine Learning mit ausreichendem Datenmaterial zu versorgen und erfolgreich einzusetzen. Auch andere Technologien wie “Vorausschauende Wartung” und Augmented Reality werden sich mit dieser Zweidraht-Vernetzung leichter tun.**

Single Pair Ethernet wird in der Automobilindustrie seit längerem eingesetzt. Bereits 2015 wurde der Standard IEEE 802.3bw für 100BaseT1 Automobil-Netzwerke verabschiedet. 100BaseT1 sollte den Automobil-Ingenieuren die Möglichkeit geben, ein hinreichend schnelles Netzwerk mit geringem Gewicht auf engstem Raum zu realisieren.

Die Steuerungs- und Feldebene in der Automatisierungstechnik ist geprägt durch stark fragmentierte Feldbus-Infrastrukturen. Die dadurch resultierenden Dateninseln erfordern komplexe Gateways, die den Zugriff auf die Daten der Geräte im Feld verkomplizieren. Durch den Wegfall dieser Gateways könnten die Kosten und die Komplexität dieser Installationen erheblich reduziert und die von ihnen geschaffenen Dateninseln entfernt werden (Tabelle 1).

Feldbus	Datenrate	Kabellänge
Profibus DP	9,6 kb/s bis 12 Mb/s	100m bis 1200m
Profibus PA	31,25 kb/s	1900m
CANopen	62,5 kb/s bis 1 Mb/s	30m bis 1000m
DeviceNet	125 kb/s bis 500 kb/s	100m bis 500m
AS-Interface	167 kb/s	100m
CC-Link	10 Mb/s	100m
IO-Link	230 kb/s	20m

Tabelle 1. Gebräuchliche Feldbus-Technologien im Vergleich (Quelle: Belden)

Für den Einsatz in industrieller Umgebung musste der Ethernet-Standard im wahrsten Sinne des Wortes erweitert werden, um die 100-m-Segmentierungs-Barriere zu durchbrechen. Mit der Norm IEEE 802.3cg wurde dies umgesetzt, sie beschreibt eine Netzwerkverbindung mit 10 MBit/s und einer Länge von maximal 1000m.

SPE erlaubt es, über ein zweiadriges Kupferkabel Daten mit 10Mbps, 100Mbps und 1Gbps zu transportieren und gleichzeitig Endgeräte per Power over Data Line (PoDL) mit Strom zu versorgen. Anders als beim Power over Ethernet (PoE) wird aber kein Extra-Leitungspaar benötigt.

### Die Datenraten und maximalen Leitungslängen, die bis dato normiert sind:

- 10 MBit/s (duplex) bis 1000m (10BaseT1L)
- 10 MBit/s (halbduplex) bis 40m (10BaseT1S)
- 100 MBit/s (duplex) bis 40m (100BaseT1)
- 1000MBit/s (duplex) bis 15m (1000BaseT1)

An einer Variante mit 10GBit/s wird momentan gearbeitet. Inwieweit Zwischenstandards mit 2,5 und 5GBit/s eingeführt werden, ist noch offen.

Klasse	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Spannung [V]	5,5-18	5,5-18	14-18	14-18	12-36	12-36	26-36	26-36	48-60	48-60
Strom [A]	0,1	0,22	0,25	0,47	0,1	0,34	0,21	0,46	0,73	1,3
PD Leistung [W]	0,5	1	3	5	1	3	5	10	30	50

Tabelle 2. Die PoDL-Fernspeise-Klassen

Für PoDL existieren 10 (demnächst 15) Klassen (Tabelle 2) für den Stromtransport, die bis dato eine Versorgung der Endgeräte mit maximal 50W Leistung bei einem Spitzenstrom von 1,6A vorsehen. Wieviel Luft leistungsmäßig nach oben vorhanden ist, zeigt ein Blick auf die SPE-Steckverbinder: sie sind für Ströme bis 4A ausgelegt.

## Verbindendes Element: die Kabel

Eine zentrale Rolle im SPE-Umfeld spielen die Kabel. Sie sind, weil nur zwei verdrehte Drähte und ein Schirm benötigt werden, deutlich dünner, flexibler, leichter und preiswerter. In der Praxis lassen sich SPE-Kabel einfacher verlegen und haben kleinere Biegeradien. Als Gewichtsersparnis, einer der wichtigsten Pluspunkte für SPE im Automotive-Einsatz, gibt der Kabelhersteller Belden eine Reduzierung von bis zu 60% gegenüber CAT6-Varianten (Cat 6A S/FTP AWG 23) an.

### Anschluss finden

Ein zweites zentrales Element von SPE sind Stecker und Buchsen. Auf diesem Feld haben sich, gemessen an der medialen Aufmerksamkeit, zwei "Spieler" etabliert, die dem Markt unterschiedliche Steckgesichter anbieten. Diese Spieler bzw. Steckgesichter können an den Nutzerorganisationen SPE Industrial Partner Network und der Single Pair Ethernet System Alliance festgemacht werden.

So bietet Weidmüller - Mitglied der Single Pair System Alliance - Steckverbinder nach IEC 63171-2 für die Umgebung IP20 und Typen nach IEC 63171-5 für die Umgebung IP67 für Drahtdurchmesser AWG 26 bis AWG 22 (Bild 1).



Bild1. Steckverbinder nach IEC 63171-2 und Typen nach IEC 63171-5. (Bild: Weidmüller)

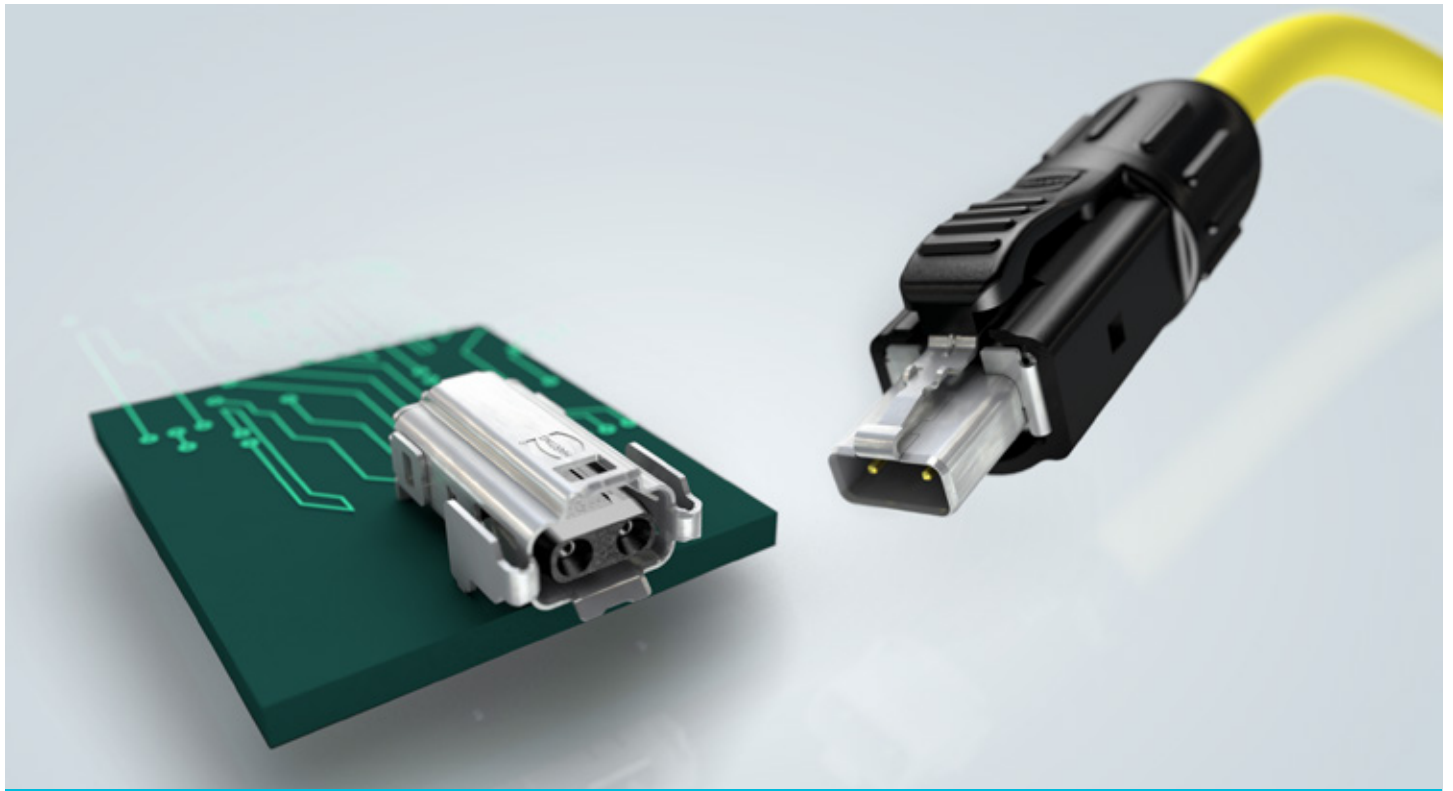


Bild 2. Harting T1 nach nach IEC 63171-6. (Bild: Harting Technologiegruppe)

Für Industrie-Anwendungen hat Harting, Mitglied im SPE Industrial Partner Network, Verbindungselemente mit einem Steckgesicht nach IEC 63171-6 (Bild 2) entwickelt. Dieser SPE-Steckverbinder kann sowohl 1GBit/s für kürzere Strecken als auch 10MBit/s für die weiten Distanzen realisieren.

Gemeinsam ist beiden oben genannten Verbindern, dass sie verglichen mit RJ-45-Verbindungstechnik fast zierlich sind (Bild 3).

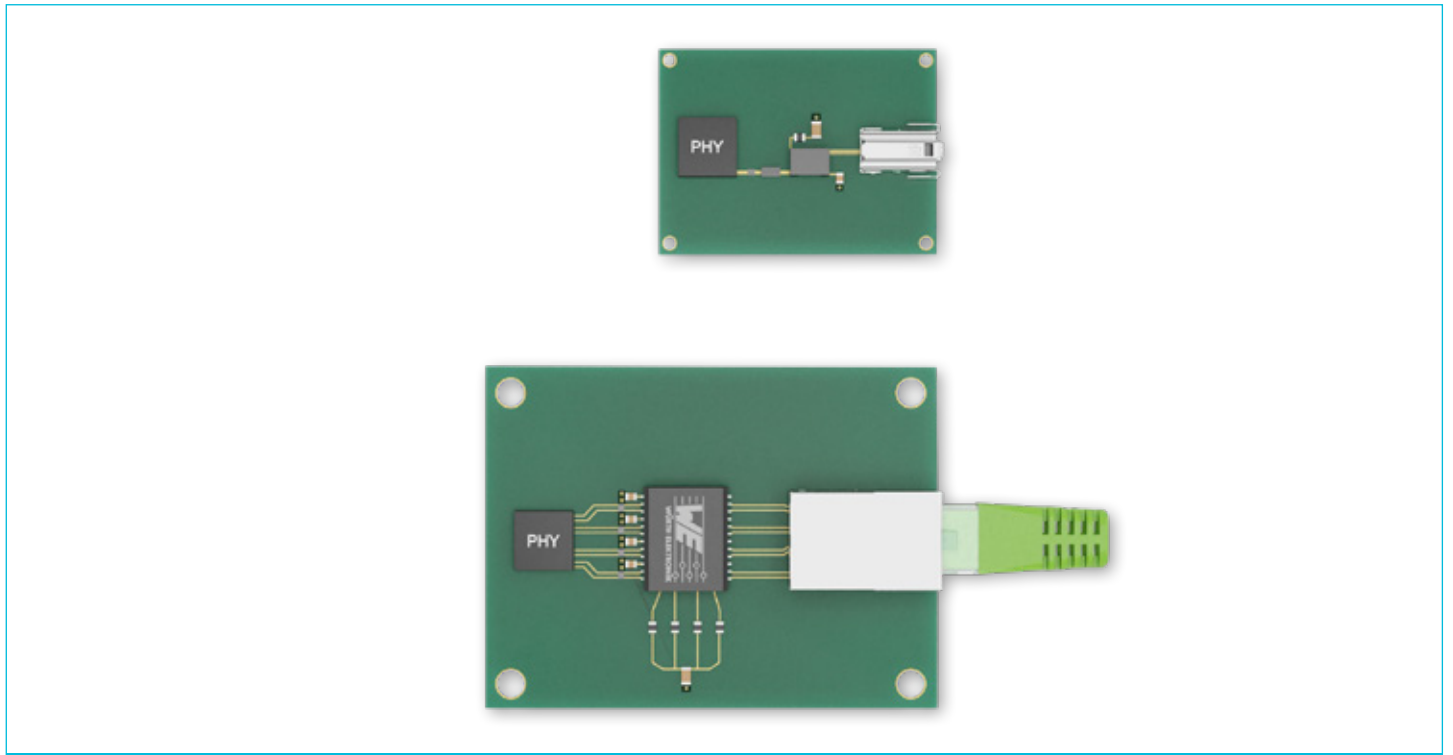


Bild 3. Stellgrößen-Vergleich zwischen RJ-45 (unten) und dem Harting-T1-Steckverbinder. (Bild: Würth Elektronik)

## Wann kann man loslegen?

Was die Verfügbarkeit der einzelnen Vernetzungs-Komponenten für SPE betrifft, haben die Nutzerorganisationen von Haus aus einen guten Überblick und sollten bei der Beschaffung die erste Anlaufadresse zur Informationssuche sein. Was zum jetzigen Zeitpunkt mit Gewissheit verfügbar ist, sind Kabel und Steckverbinder. Switches sind "in der Pipeline": auf Messen oder anlässlich von Seminaren haben Harting, EKF und Belden (Hirschmann) erste Muster gezeigt. PHYs sollten bei den Halbleiterherstellern, die schon die Automobilindustrie mit SPE-Bauelementen versorgen, binnen kürzerer Frist erhältlich sein (TI, Analog Devices, Microchip). Zur Lieferbarkeit zu PoDL-Stromversorgungen gibt es momentan noch keine Informationen.