Der neue PoE-Standard IEEE 802.3 bt bietet die dreifache Leistung, führt aber auch zu neuen Herausforderungen

Bild: arthurdent/stock.adobe.com

Nutzung von Power over Ethernet (PoE) in industriellen Anwendungen

Hohe Zuverlässigkeit erfordert besondere Schutzmechanismen

Die PoE-Technologie ist seit 2003 standardisiert. Danach hat sich viel verändert. So führt die zunehmende Digitalisierung zu deutlich höheren Anforderungen an die Netzwerkinfrastruktur. Ende 2018 wurde dann der neue PoE-Standard IEEE 802.3 bt verabschiedet, der die maximale Leistung auf bis zu 90 W verdreifacht. Das erhöht die Ansprüche an die gesamte Infrastruktur insbesondere im industriellen Einsatz nochmals.

»Bernd Rosenbaum, Produktmanager im Bereich Communication Interfaces, Phoenix Contact Electronics GmbH, Bad Pyrmont

Mit Power over Ethernet (PoE) werden PoE-fähige Geräte – beispielsweise Überwachungskameras – über ein Kabel mit Daten und Spannung versorgt. Auf diese Weise lässt sich der Verdrahtungsaufwand reduzieren, die Vernetzung gestaltet sich flexibler und aufgrund der schlanken PoE-Verkabelung werden Installationskosten eingespart. Neben der Belieferung im Videoüberwachungsbereich hat sich PoE schnell zur Versorgung der in Bürogebäuden verbauten IP-Telefone etabliert. Auf dem Markt sind heute PSE-Geräte (Power Sourcing Equipment) wie Switches und Injektoren zahlreicher Anbieter verfügbar. Die meisten Komponenten eignen sich allerdings nur für die Nutzung in der Gebäudeinstallation oder im heimischen Umfeld. Sie bieten einfache Spannungsversorgungskonzepte, sind wenig robust und somit günstig in der Anschaffung.

PoE kommt jedoch mittlerweile auch in Industrieapplikationen zum Einsatz. Hier gibt es viele Anwendungsmöglichkeiten, zum Beispiel die Belieferung von WLAN Access Points. In der industriellen Automation wachsen allerdings die Anforderungen an performante Kommunikationsnetzwerke zunehmend. Die Ausfallsicherheit und Zuverlässigkeit der Applikation rücken immer mehr in den Vordergrund. Um den Ansprüchen sämtlicher Nutzungsbereiche gerecht zu werden, ist eine hohe Robustheit der Geräte gefordert. Zur Absicherung vor Gefahren, die sich aus

- Überspannungen,
- unterschiedlichen Potentialen und
- EMV-Einflüssen

ergeben, bedingen insbesondere Ethernet-Installationen ausfallsichere Schutzmechanismen.

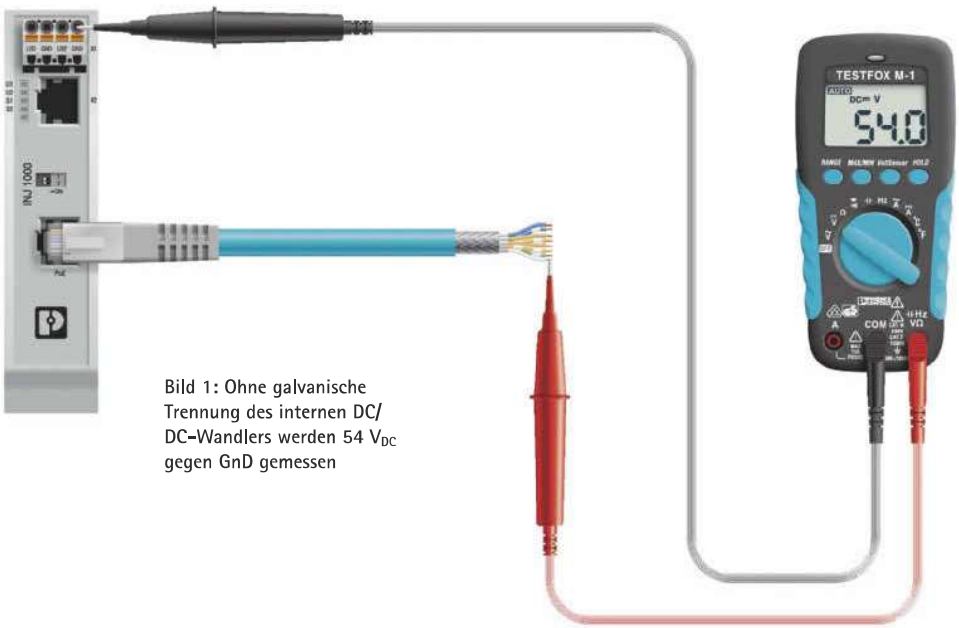

Bild: Phoenix Contact

Bild 1: Ohne galvanische Trennung des internen DC/DC-Wandlers werden 54 V_{DC} gegen GnD gemessen

Wird eine PoE-Versorgung unter industriellen Aspekten verlangt, sollten die Komponenten ebenfalls den üblichen Voraussetzungen für eine robuste Nutzung entsprechen. Ergänzend zu einem hohen Temperaturbereich sowie Schock- und Vibrationsfestigkeit muss eine EMV-Festigkeit vorhanden sein. Die Erdung der Geräte erfolgt über die DIN-Rail-Montage. Bei der Installation im Schaltschrank sieht das Versorgungsspannungskonzept eine Gleichspannung von 24 V_{DC} nominal oder 48 V_{DC} nominal vor. Damit die PoE-Versorgungsgeräte nicht erhitzen, sind zahlreiche PSE mit 48...57 V_{DC} zu beliefern. Einige PoE-Komponenten – etwa Injektoren – verfügen zudem über einen Weitspannungsbereich von 18...57 V_{DC}.

Galvanische Trennung interner DC/DC-Wandler ...

Um eine 24-V-Versorgung auf die benötigte PoE-Spannung von 54 V zu erhöhen, beinhalten die Geräte einen internen DC/DC-Wandler. Gerade bei PoE, wo mitunter hohe Ströme auf dem Netzwerkkabel fließen, ist eine galvanische Trennung des Wandlers wichtig, die aktive industrielle Netzwerkkomponenten in der Regel bieten. In Videoüberwachungsanlagen mit einer PoE-Versorgung werden allerdings PoE-Switches oder -Injektoren verwendet, die keine Trennung im Netzteilkonzept aufweisen. Da PoE hier anfangs vornehmlich zur Anbindung von Kameras eingesetzt wurde, gab es keine entsprechenden Anforderungen.

... und des internen Netzteils

PoE-Komponenten, die den kommenden Standard IEEE 802.3 bt erfüllen, können bis zu 90 W Leistung an Endgeräte abgeben. Dabei fließen bis zu 960 mA auf einem Adernpaar. Folglich kann ein Kurzschluss zwischen den PoE-führenden Datenleitungen gegen den Kabelschirm zur Zerstörung der Komponente führen. Schlimmer ist jedoch die Gefahr, dass vorgeschaltete Netzteile und andere Geräte im Versorgungssegment nicht mehr funktionieren. Daher umfassen die PoE-Injektoren von Phoenix Contact optional eine galvanische Trennung des internen Netzteils. So lassen sich die erheblichen, aus einem Anlagenausfall resultierenden Kosten vermeiden. Ferner ist die Nutzung galvanisch getrennter Netzteile in vielen Anwendungen vorgeschrieben.

»Zur Absicherung von Gefahren, die sich aus Überspannungen, unterschiedlichen Potenzialen und EMV-Einflüssen ergeben, bedingen insbesondere Ethernet-Installationen ausfallsichere Schutzmechanismen.«

Bei einem Gerät ohne Trennung des internen DC/DC-Wandlers kommt eine einfache Messung zu einem interessanten Ergebnis (Bild 1). Wenn das PoE-führende Kabel ohne Last betrieben wird, erfolgt keine Aushandlung der PoE-Versorgung und auf dem Kabel darf keine PoE-Spannung anliegen. Die Voltmeter-Messung zwischen Pin 1 des Kabels und dem GnD der Versorgungsspannung ergibt allerdings 54 V. Allein durch einen Kurzschluss im nicht beschalteten Zustand können hier schon hohe Ströme fließen. Bei Hinzunahme eines 24-Ohm-Widerstands in die Messverbindung steigt der Messwert auf 2 A. Aus Sicherheitsgründen sollten Komponenten wie Injektoren oder Switches also eine galvanische Trennung aufweisen. In diesem Fall ist im nicht belasteten Zustand weder Spannung noch Strom feststellbar.

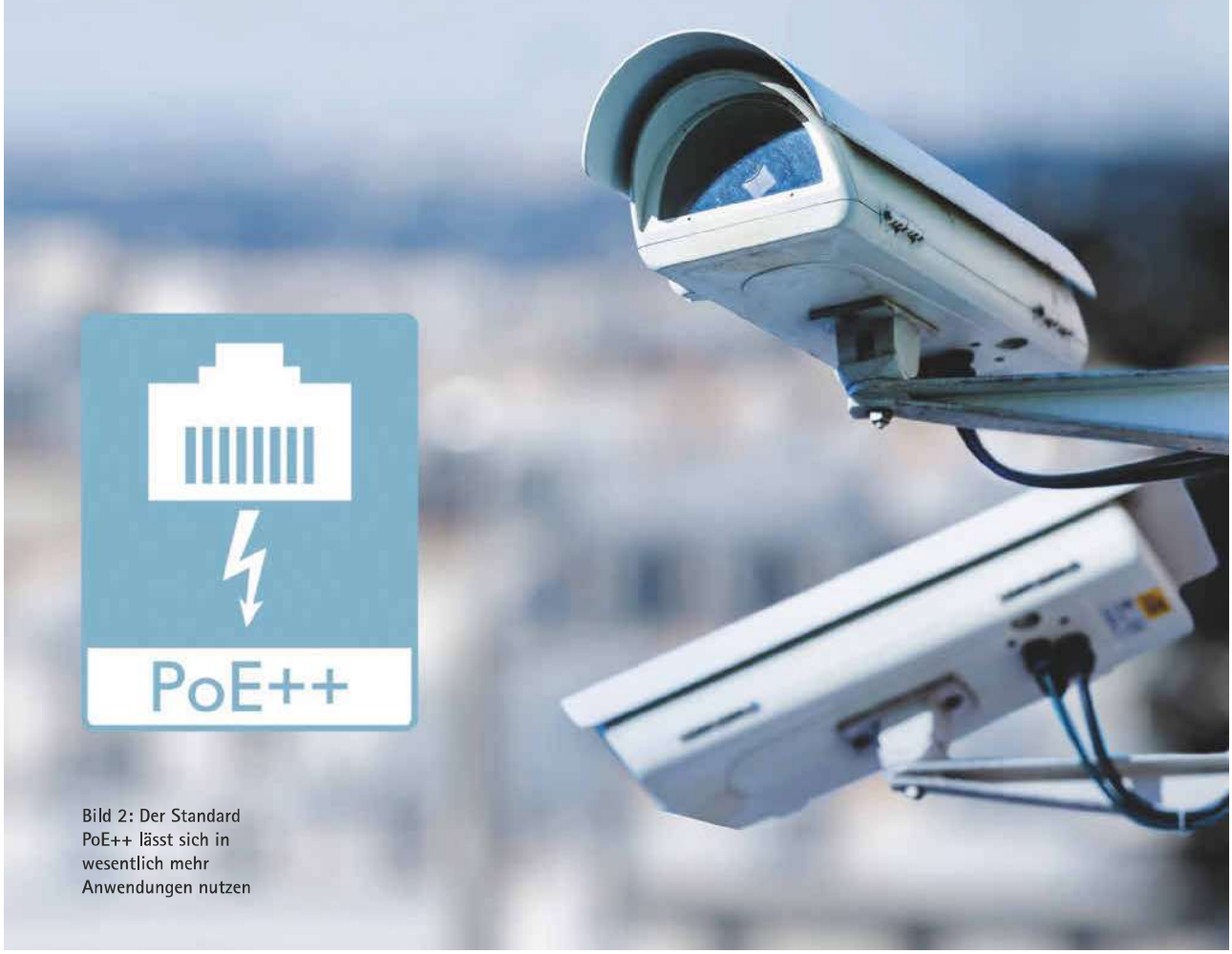

Bild 2: Der Standard PoE++ lässt sich in wesentlich mehr Anwendungen nutzen

Bild: Phoenix Contact

Vieradrige Nutzung des LAN-Kabels

Der neue Standard IEEE 802.3 bt wurde im September 2018 verabschiedet. Als Weiterentwicklung des Standards PoE+ (IEEE 802.3 at) bietet er die erwähnten höheren Leistungen bis 90 W. IEEE 802.3 bt wird auch als 4PPoE (Four Pair PoE) oder PoE++ bezeichnet, definiert die weiteren Leistungsklassen fünf bis acht und verwendet bis zu vier Adernpaare des LAN-Kabels für die Spannungsübertragung. Bei voller Leistung von 90 W müssen am PD 71 W ankommen. Der Rest verbleibt als Verlust auf der Leitung, die maximal 100 m lang sein kann. Im Vergleich zu den PD (Powered Devices) bei PoE+ mit 30 W Ausgangs- und 25,5 W ankommender Leistung ist dies somit ein deutlicher Zuwachs.

Das eröffnet zusätzliche Anwendungsbereiche für PoE. Darüber hinaus werden neue Geräte den PoE-Markt beflügeln. Wo die hohe Leistung bisher für PTZ-Kameras (Pan Tilt Zoom) mit separater Infrarotbeleuchtung eine große Rolle spielte, kommen jetzt weitere Einsatzbereiche wie Kioske (Bestellterminals) oder POS-Terminals (Point of Sale) zum bargeldlosen Bezahlen hinzu. In der Automatisierung werden Monitore, abgesetzte PCs, HMIs oder Thin Clients über PoE gespeist.

»Immer wieder stellen Anwender die Frage, ob bestimmte Ethernet-Kabel, RJ45-Stecker oder passive Komponenten PoE-fähig sind – die Tauglichkeit lässt sich über die Angaben zu Nennstrom und -spannung herausfinden.«

Im Bereich der Gebäudeautomation eignet sich der Standard zum Beispiel zur Ansteuerung und Versorgung der LED-Beleuchtung.

Verschiedene Leistungsstufen aushandelbar

Lange vor der Veröffentlichung des bt-Standards wurden bereits höhere Leistungen als die maximal 30 W des at-Standards gefordert. Deshalb entwickelten Anbieter proprietäre Lösungen, die technologisch auf dem at-Standard aufbauen. Bei entsprechender Anschaltung des PoE-Chips stellen die Geräte bis zu 60 W, vereinzelt sogar maximal 90 W über vier Adernpaare zur Verfügung. Das kann jedoch zur Folge haben, dass PSE und PD die PoE-Fähigkeit und notwendige PoE-Klasse nicht miteinander aushandeln können, weil in ihnen unterschiedliche PoE-Chips verbaut sind. Der neue bt-Standard schließt die Gefahr einer Inkompatibilität nun aus. Gemäß IEEE 802.3 bt konzipierte PDs sollten stets herstellerübergreifend kompatibel zu jedem PSE sein.

Neben den neuen Leistungsklassen und Verbesserungen im Aushandlungsprozess ermöglicht der bt-Standard ebenfalls die Vereinbarung von zwei verschiedenen Leistungsstufen. Bei dieser Dual-Signa-

ture-Funktion kann ein PD zwei Versorgungen unabhängig voneinander aushandeln. Im Fall einer PTZ-Kamera würden das Datensignal und die Versorgung der Kamera beispielsweise über zwei Leiterpaare erfolgen. Die beiden anderen Adernpaare dienen der Belieferung der Infrarotbeleuchtung. Im Gegensatz zu den älteren Standards verlangt die IEEE 802.3 bt weniger Lebenszeichen eines angeschlossenen, aber ausgeschalteten PDs. Auf diese Weise lässt sich zusätzlich Strom sparen (Bild 2).

Keine enge Bündelung PoE-führender Leitungen

Immer wieder stellen Anwender die Frage, ob bestimmte Ethernet-Kabel, RJ45-Stecker oder passive Komponenten – wie Ethernet-Patch-Panel – PoE-fähig sind. Dieser Hinweis fehlt leider in vielen Datenblättern oder technischen Informationen der Hersteller. Die Tauglichkeit lässt sich allerdings über die Angaben zu Nennstrom und -spannung herausfinden. Je nach PoE-Standard liegt der Gleichspannungsanteil auf der PoE-führenden Verbindung stets unter 60 V_{DC}, in der Regel bei etwa 54 V_{DC}. Als interessanter erweist sich der Strom, der dabei abhängig von der PoE-Leistung über die Adernpaare fließt. In der maximalen Versorgungsklasse von 90 W beläuft sich der Strom auf bis zu 960 mA. Dieser Wert sollte mit den Nennstromangaben des Kabels oder Steckers abgeglichen werden. Die Kabelkategorie ist also nicht unbedingt ausschlaggebend. Generell gilt: Je höher der Leiterquerschnitt, desto geringer der Leitungswiderstand und die Erwärmung des Kabels bei höheren Leistungen.

Das Kabel sollte einen Schirm aufweisen. Daher empfiehlt es sich, dass keine älteren UTP-Kabel genutzt werden, sondern ab Cat5 aufwärts. Hohe Kategorien erzielen eine bessere Effizienz, insbesondere je größer die Leistung ist. Der Kabelschirm fungiert in diesem Fall nicht nur als Schutz vor einer EMV-Belastung, sondern auch zum Abführen der im Kabel entstehenden Wärme nach außen. Aufgrund der Wärmeableitung ist eine enge Bündelverlegung von mehreren PoE-führenden Leitungen generell zu vermeiden, denn sie werden sich gegenseitig thermisch beeinflussen. Eine offene Verlegung ist folglich der in geschlossenen Kanälen vorzuziehen. Steigt die Wärme eines Kabels zu stark, nimmt der Leitungswiderstand zu und die maximale Reichweite von 100 m reduziert sich. Ferner kann das Isolationsmaterial aufweichen und Symmetrieverluste führen zu Übertragungsstörungen.

Um die sensiblen Kontaktoberflächen der RJ45-Stecker und -Buchsen nicht zu beschädigen, sollte der Stecker nicht bei aktiver PoE-Versorgung gezogen werden. Unter Last kann es zu einem Abreißfunken kommen, der sich auf die dünnen, goldbeschichteten Oberflächen einbrennt und damit ungewollte Übergangswiderstände schafft.

Bild: Phoenix Contact

Bild 3: Die PoE-Injektoren von Phoenix Contact erfüllen die hohen industriellen Anforderungen

Fazit

In einer immer vernetzteren Welt gewinnt der durchgängige Zugriff auf die Daten aller Prozesse weiter an Bedeutung. Das PoE-Verfahren unterstützt bei der einfachen Integration dieser Daten in bestehende Netze. PoE-Injektoren von Phoenix Contact erfüllen hier die hohen industriellen Anforderungen, zum Beispiel hinsichtlich galvanischer Trennung, Überspannungsschutz und Schirmstromerkennung. So lassen sich hohe Reparatur- und Stillstandkosten verhindern sowie die Anlagenverfügbarkeit erhöhen. Nicht vorkonfektionierte Kabel können selbst ohne RJ45-Stecker einfach über die Patch-Panel-Funktion angebunden werden. Im mit einem Deckel verschlossenen Anschlussraum vereinfachen IDC-, Push-in- oder Schraubanschluss die Installation des Feldkabels erheblich. Neben der großen Auswahl unterschiedlicher Anschlussklemmen bieten sie eine schnelle, werkzeuglose Kabelschirm-Kontaktierung bei gleichzeitiger Zugentlastung (Bild 3). (co)

www.phoenixcontact.de

INFO

Mehr Informationen zu PoE-Injektoren von Phoenix Contact:

hier.pro/MqirN