LANline

10,– €
August 2021
27. Juli

IT ■ Network ■ Datacenter
www.lanline.de

SPEZIAL

Datacenter und Verkabelung

Zusammenspiel von Unternehmens-RZ und Cloud

Monitoring und Messtechnik

Gebäudevernetzung und Industrie 4.0

Mit Marktübersicht
Steckverbinder für
Kategorie 7/7$_A$/8.1/8.2

Ressourcen effizient einsetzen
Energiewende und Versorgungssicherheit

Verkabelung für IT, IoT und IIoT
PoE im Gebäude & Single-Pair-Technik

Hoch… u…

Sonderdruck Prysmian Group
PoE erobert Gebäudetechnik

August 2021

Von der Nischentechnik zu steigender Marktakzeptanz

PoE erobert Gebäudetechnik

Power-over-Ethernet-Infrastrukturen (PoE) sind auf dem besten Weg, sich zu einer dominanten Technik zu entwickeln. Sie kombinieren Datenkommunikation und Stromversorgung über ein einziges Ethernet-Kabel. Unter den PoE-Anwendungen zeigen insbesondere Smart-Lighting-Lösungen eine sehr dynamische Entwicklung.

Unser Lebens- und Wirkungsraum verändert sich derzeit in hohem Tempo, darunter die Wohn- und Arbeitsumgebung. Der Wunsch nach höherem Wohlbefinden, mehr Sicherheit, Energieeffizienz und Komfort rücken bei der Installation der Gebäudetechnik zunehmend in den Fokus. Eine Möglichkeit für einen reibungslosen Betrieb ist der Einsatz intelligenter Lösungen. Mit PoE und IoT (Internet der Dinge) zur Vernetzung von Gebäudesystemen sind Unternehmen und Wohngebäude energieeffizienter, nachhaltiger, kostengünstiger, sicherer und einfacher zu steuern. Dabei kristallisieren sich Büro, Gastgewerbe, Gesundheitswesen und Bildung als die vier aussichtsreichsten Marktsegmente für sofortige PoE-Innovationen heraus. Jede dieser Branchen ist mit sich schnell ändernden Marktrealitäten konfrontiert, vor allem im Hinblick auf die weiter anhaltende Pandemie.

Intelligentes Gebäude-Management

Das Potenzial von PoE ist enorm. Die Technik vermag alle möglichen Prozesse, die in Verbindung mit Gebäudetechnik stehen, zu unterstützen. Der Einsatzbereich ist breit, beispielsweise vorausschauende Heizung-Lüftung-Klimatechnik, personalisierte Lichtsteuerung, Indoor-Wegfindung, Asset-Tracking zur Identifizierung von Hardware- und Supportbereichen, zentral verwaltete Sicherheit, dynamische, personalisierte Beschilderung, Verfügbarkeit von Konferenzräumen in Echtzeit und flexible Arbeitsplatzzuweisung. Hohe Zuverlässigkeit, einfache Handhabung und Wartung erfüllt PoE durch das Zentralisieren der Infrastruktur.

Haupttreiber und Möglichkeiten

Verschiedene Faktoren begünstigen derzeit die Verbreitung von PoE-Lösungen. Hinsichtlich Ökologie und Klimaschutz steigt das Bewusstsein, Energie zu sparen und CO_2-Emissionen zu reduzieren. Ein weiterer Faktor sind die Betriebskosten. Durch den zunehmenden Kostendruck stehen Unternehmen vor der Herausforderung, den Stromverbrauch von Kommunikations- und Datennetzen zu senken. Der technische Fortschritt ermöglicht höhere Leistungsraten über vier Adernpaare. Damit verbunden sind steigende Investitionen in Ethernet-Infrastrukturen. Gemäß des Grandview Researchs von BSRIA werden die Auslieferungen von PoE-Ports in den kommenden Jahren stark ansteigen. Im Jahr 2023 wird die Zahl verkaufter Ports zwischen 180 und 230 Millionen liegen. 2022 benötigt der Markt aller Voraussicht nach rund zehn Millionen PoE-Switches.

Unter den PoE-Anwendungen nahm die VoIP-Technik im Jahr 2019 mit 36 Millionen (32 Prozent Marktanteil) installierter Ports die Spitzenstellung ein. Es folgen die Segmente Wireless Access Points (23 Prozent), CCTV-Kameras (18 Prozent), Sensoren (sieben Prozent) sowie Motoren und Antriebe (vier Prozent). Der Bereich „Andere“ umfasste 16 Prozent. Dazu zählen BACS, A/V, Access Control und Lighting. Der Markt für PoE-Beleuchtungssysteme steckt noch in den Kinderschuhen, aber er boomt. Dort ist eine jährliche Verdopplung zu erwarten.

Diese Entwicklung bestätigt auch McKinsey. Das Beratungsunternehmen prognostiziert der „intelligenten Vernetzung von Hardware, Software und digitalen Diensten bisher getrennter Gebäudebereiche“ das größte Wachstumspotenzial. In diesem Segment stellt die Beleuchtung den größten Treiber dar. Der Einfluss der Beleuchtung ist größer als bei anderen Techniken. Als Wohlfühlfaktor spielt sie im Wohn- und Arbeitsumfeld eine bedeutende Rolle. Hinzu kommt, dass die Installation durch die große Verbreitung der Beleuchtung eine beträchtliche Dimension einnimmt und daher eine gewichtige Rolle hat. Ein weiterer positiver Aspekt: PoE-gestützte Beleuchtung ist heute bereits preislich attraktiv.

PoE-Komponenten und Standards

Das Rückgrat einer PoE-basierten Smart-Lighting-Lösung ist die Verkabelungsinfrastruktur mit ausfallsicheren, hochleistungsfähigen Kupferkabeln und Steckverbindern. Diese vernetzt Sensorikgeräte und Beleuchtungselemente mit den PoE-Switches und -Gateways sowie LED-Treibern. Im Gegensatz zur klassischen Installation mit verschiedenen Kabeltypen reicht bei PoE nur eine Kabelart, die mit allen PoE-basierenden Geräten kompatibel ist. Der größte Teil der Elektronik befindet sich im zentralen Rack. Nur kleine Teile des LED-Treibers sind in der Decke installiert, wo sich übrigens rund 70 Prozent der PoE-Installationen befinden.

Bei der PoE-Topologie haben Anwender die Wahl zwischen Mid-Span- und End-Span-Netzwerken. Die dominierende End-Span-Architektur verwendet einen Netzwerk-Switch, der PoE unterstützt.

Mid-Span hingegen nutzt einen externen PoE-Injektor, der zwischen einem Nicht-

Standard	Type	Class	$V_{PSE\ (min)}$ Versorgungsspannung	Max. Strom pro Paar	P_{PSE} max. Leistung d. Versorgers	P_{PD} max. Leistung zum Gerät	Paare
802.3af	Type 1	Class 1	44V	350mA	4W	3.84W	2
		Class 2	44V	350mA	7W	6.5W	2
802.3at	Type 2	Class 3	50V	600mA	15.4W	12.95W	2
		Class 4	50V	600mA	30W	25.5W	2
802.3bt	Type 3	Class 5	50V	500mA	45W	40W	4
		Class 6	50V	500mA	60W	51W	4
	Type 4	Class 7	502V	720mA	75W	62W	4
		Class	52V	860mA	90W	72W	4

PoE ist in mehreren Standards definiert und ermöglicht je nach Standard unterschiedliche maximale Leistungen.

Design	D[mm]	DC-LR[Ω/km]	Reichweite
AWG 26	0,404	282,64	62%
AWG 24	0,515	173,86	100%
AWG 23	0,575	136,78	127%
AWG 22	0,645	108,70	160%

Der dickste Leiter hat die höchste Reichweite. Größere Leiterdurchmesser verbessern die PoE-Reichweite quadratisch.

PoE-Switch und einem PD-Gerät installiert ist. Beide Architekturtypen erleichtern die Umstellung von der alten Netzwerkumgebung auf ein PoE-Netzwerk erheblich.

PoE ist in mehreren Standards definiert und ermöglicht je nach Standard unterschiedliche maximale Leistungen. Die Tabelle oben gibt einen Überblick. Nach den Standards IEEE 802.3af im Jahr 2003 und IEEE 802.3at im Jahr 2009 verabschiedete die IEEE im dritten Quartal 2018 den Standard IEEE 802.3bt. Der jüngste, auch Four-Pair-PoE genannte Standard nutzt alle Adern des Netzwerkkabels für die Energieübertragung. Maximal erzielbare Leistungen liegen zwischen 72 und 90 Watt. Dank der hohen übertragbaren Leistungen lassen sich auch größere Endgeräte, beispielsweise IP-TV-Geräte in Full HD oder Thin Clients, über das Datenkabel mit Energie versorgen. Kabelhersteller arbeiten zudem kontinuierlich daran, die PoE-Leistungsfähigkeit der Netzwerkdatenkabel weiterzuentwickeln, denn die limitierte Leistungsabgabe, die das PoE-Verfahren mit sich bringt, stellt nach wie vor das größte Manko dar.

Einfluss von PoE auf die Verkabelung

Was ist bei der Wahl der optimalen Kabel zur Installation einer PoE-Infrastruktur zu beachten? Welche Faktoren beeinflussen die Übertragungsleistung? PoE erzeugt durch den Leitwiderstand des Kabels Wärme. Direkten Einfluss auf die Erwärmung des Kabels haben zudem Bündelgröße und Installationsumgebung. Sie können zu einer signifikanten Temperaturerhöhung führen. Maßgeblich ist dabei beispielsweise die Art der eingesetzten Kabelkanäle: Gitterkabelkanal, perforiertes Lochkabelsystem oder komplett geschlossener Kanal aus Kunststoff. Die Kabel im offenen Gitter erfahren mehr Kühleffekt durch die Luft als die Kabel im geschlossenen Kanal. Dort ist die Erwärmung höher. Die Norm EN-50174-2 besagt unter 4.5.4.2, dass der Füllgrad 40 Prozent nicht überschreiten sollte. Denn mit steigender Anzahl der Kabel im geschlossenen Kabelkanal steigt die Erwärmung. Befinden sich die Kabelkanäle über einer Heizung, wirkt sich die abstrahlende Wärme ebenfalls auf die Leistung aus. Planung und Ausführung der Installation haben direkten Einfluss auf die PoE-Fähigkeit eines Kabels.

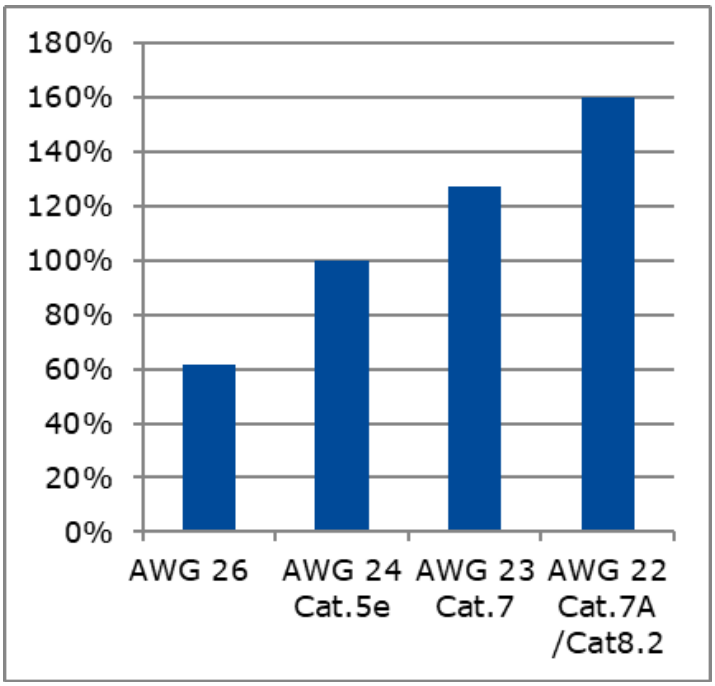
Höhere Kabeltemperaturen erhöhen Widerstand und Transmissionsdämpfung. Die Folge ist eine Link-Längenreduzierung des Kabels. Durch die zusätzliche Dämpfung werden Signale möglicherweise nicht mehr richtig oder gar nicht mehr zum Empfänger übertragen, und der Datenstrom reißt ab. Neben der Heiz- und Kühlwirkung haben kabelspezifische Eigenschaften wie Symmetrie und Kabelaufbau Einfluss auf die PoE-Leistungsfähigkeit eines Kabels.

Verlustleistung reduzieren

Die maximale Kabelbetriebstemperatur darf 60 °C nicht überschreiten. Nur so bleiben die Kabel PoE-funktionsfähig und erreichen höchste übertragungstechnische Effizienz. Übersteigt die Temperatur diese Grenze, verschlechtern sich die übertragungstechnischen Eigenschaften, die Genauigkeit lässt nach, und die Kabel bringen nicht mehr die erwartete Leistung. Der Grund liegt im Aufweichen des Isolationsmaterial und dem damit verbundenen Symmetrieverlust des Kabeldesigns. Die PoE-Reichweite hängt stark mit dem

Gleichstrom-Schleifenwiderstand (DC-LR) zusammen. Je höher dieser ist, desto mehr verringert sich die Reichweite. Die Tabelle rechts ist so ausgelegt, dass das AWG-24-Kabel mit einem DC-LR von 173,86 Ω/km und äußeren Leiterdurchmesser D von 0,515 mm eine Reichweite von 100 Prozent besitzt. AWG 24 steht in der Regel für Cat.5e-Kabel und ist die weltweit dominierende Kabelinfrastruktur. AWG 22 entspricht der Kategorie-7_A- oder Kategorie-8.2-Verkabelung. Der äußere Leiterdurchmesser beträgt 0,645 mm und der DC-LR 108,70 Ω/km. Die Reichweite beim AWG-22-Kabel liegt um 60 Prozent höher als bei AWG 24. Der dickste Leiter hat folglich die höchste Reichweite. Größere Leiterdurchmesser verbessern die PoE-Reichweite quadratisch.

Verlustleistung ist insgesamt am geringsten, wenn der Leiterdurchmesser am größten ist. Kategorie 7_A hat gegenüber Kategorie 6_A U/FTP eine 58 Prozent geringere Verlustleistung, gegenüber Cat.5e U/UTP sogar 71 Prozent. Daraus lässt sich ableiten, dass dickere Leiter die geringere Verlustleistung zwischen PD und PSE haben und Kabel mit großen Leiterdurchmessern mehr Energie einsparen. Ein weiterer Faktor für die PoE-Effizienzsteigerung besteht darin, die Erwärmung durch eine hohe Wärmeableitung so gering wie möglich zu halten.



Bei einem typischen Cat.5e-U/UTP-Kabel in AWG 24 ist gegenüber dem Kategorie-7_A-AWG-22-Kabel unabhängig von den Stromstärken mit einer bis zu vierfachen Erwärmung des Kabels zu rechnen.
Bild: Prysmian Group

Großen Einfluss hat die thermische Isolierung der Kabel. Außerdem sind Leiterdurchmesser und Kabelschirm mit der Temperaturerhöhung stark korreliert.

Bei einem typischen Cat.5e-U/UTP-Kabel in AWG 24 ist gegenüber dem Kategorie-7_A-AWG-22-Kabel unabhängig von den Stromstärken mit einer bis zu vierfachen Erwärmung des Kabels zu rechnen. Im Vergleich zu AWG 23 weisen AWG-22-Kabel eine 50 Prozent geringere Kabelerwärmung auf. Neben einem größeren Leiterdurchmesser wirken sich geschirmte Kabel ebenfalls positiv auf die Wärmeableitung aus. Das Metall der Schirmung hilft, die im Inneren entstehende Wärme nach außen abzutransportieren. Nicht allzu große Bündel sowie Luftströme fördern ebenfalls die Wärmeableitung. Von Cat.5e bis Kategorie 8.2 unterstützen alle Kategorien die PoE-Standards 802.3af, at und bt, jedoch nicht mit gleicher Effizienz.

Maximale PoE-Effizienzsteigerung bieten Kategorie 7_A, Kategorie 8.2. und Kategorie-7-Long-Reach-Kabel in AWG22. Ihre übertragungstechnischen Eigenschaften bewirken die geringste Verlustleistung und Kabelerwärmung und bringen bei maximaler Kabelbetriebstemperatur die höchste Energieleistung. Im Hinblick auf die Anbindung weiterer Geräte und Systeme vor allem bei Smart-Lighting-Lösungen sind sie das Mittel der Wahl.

Zoran Borcic/jos

Zoran Borcic ist Produkt-Manager Kupferkabel, BU Multimedia Solutions, bei der Prysmian Group.