

LEONI *technicalbulletin*

Data communication technology 03/2020



PoE (Power over Ethernet) auf dem Vormarsch

- › Datenkabel der Kategorie 7_A (ver)tragen höhere Stromlasten
- › Die Anschlussstechnik muss sämtliche Anforderungen von 4PPoE (100 W) erfüllen und dafür zertifiziert sein.

Mit unseren Produktlösungen von LEONI MegaLine® können diese neuen Herausforderungen umgesetzt werden.

- › **MegaLine® Connect100**
- › **MegaLine® Connect45**
- › **MegaLine® Connect45 Pro**

Erfahren Sie alles über den aktuellen Stand der Technik und Normierung. Informieren Sie sich über künftige Entwicklungen und Anwendungen. LEONI geht der Frage nach, welche Datenkabel und Steckverbinder zukünftig für die Stromübertragung geeignet sind.

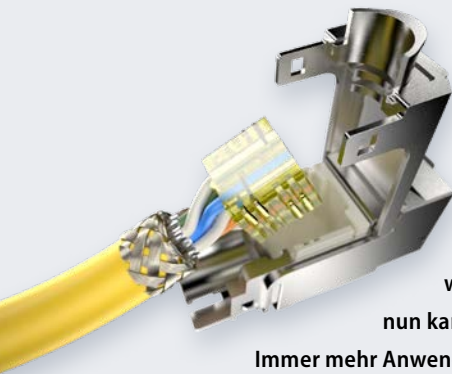
Data Communication & Networks

LEONI Kerpen GmbH
Zweifaller Straße 275–287
52224 Stolberg · Deutschland
Telefon +49 2402-17-1
Telefax +49 2402-75154

datacom@leoni.com
www.leoni-data.com

PoE (Power over Ethernet)

Die Stromversorgung diverser netzwerkfähiger Geräte über das LAN-Kabel

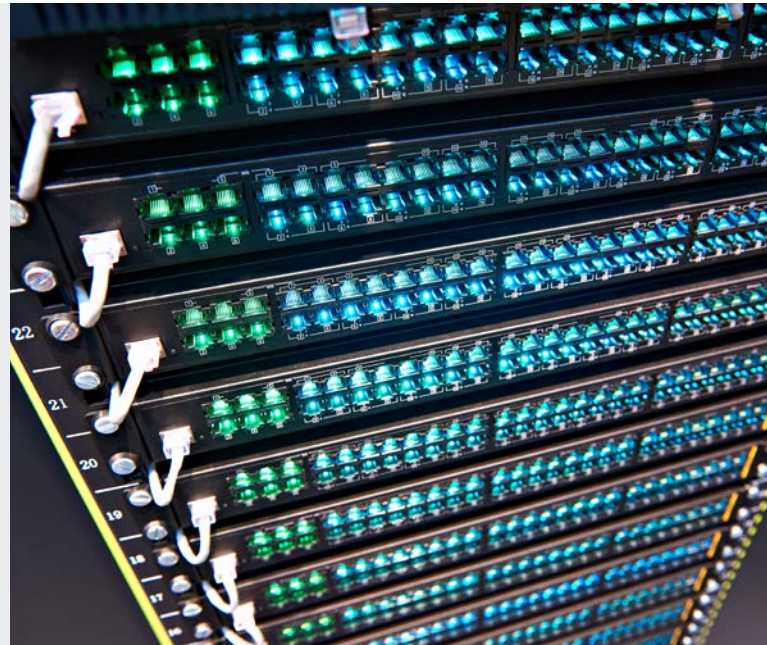


Diese Doppelnutzung der Kupfer-Kabel zur Daten- und Energieübertragung erfreut sich wachsender Beliebtheit. Denn nun kann das Stromkabel entfallen.

Immer mehr Anwender setzen auf diese Technologie „Power over Ethernet“ – kurz PoE.

Vorteile

- Ein Kabel für die 230 V-Versorgung entfällt
- Nie wieder Kabelsalat
- Sie sparen Platz und Installationskosten



Aktuell geltende IEEE-Standards

> ab 2003

IEEE 802.3af-2003

Power-over-Ethernet (PoE)

Hier wurde erstmals eine Energieversorgung von Ethernet-Geräten mit einer Leistung von 15,4 W über die Datenkabel spezifiziert. Dabei beträgt die zulässige Stromstärke 175 mA je Leiter oder 350 mA je Paar.

> ab 2009

IEEE 802.at-2009

Power-over-Ethernet-Plus (PoE+ / PoE Plus)

Bei diesem Standard von 2009 beträgt die Leistung sogar 30 W und wird mit einer Stromstärke von 600 mA je Paar gespeist.

> ab 2018

IEEE 802.3bt-2018

Four-Pair-Power-over-Ethernet (PoE++ / 4PPoE)

Der neueste Standard von 2018 gewährleistet eine wesentliche höhere Energieversorgung von Ethernet-Geräten. Hier gibt es vier Stufen von 40 bis 72 W. Mit dieser Weiterentwicklung werden größere Ausgangsleistungen für die Stromversorgung bereitgestellt: max. 55 W (Level 3) und 100 W (Level 4). Dies ergibt es eine nutzbare Leistung von 40 bis 72 W direkt am Verbraucher.

Die Einsatzgebiete sind vielfältig

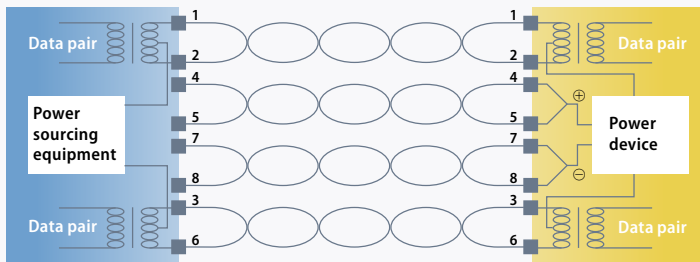
Im Privatbereich (z.B. Smart Home), Büro-Equipment (z. B. Smart Office) oder die industrieller Verwendung (z. B. Sensoren, Zähler, Controller). Z. B. VoIP-Telefone, IP-Kameras, WLAN-Access-Points, Netzwerk-Router, VoIP-Telefone, Netzwerk-Switches oder IP-Kameras.

Je Einsatzgebiet kann unter diesen Leistungsklassen gewählt werden. Hier ein Überblick:

	PoE	PoE+	PoE++ / 4PPoE	PoE++ / 4PPoE
PoE-Standard	IEEE 802.3af-2003	IEEE802.3at-2009	IEEE802.3bt-2018	IEEE802.3bt-2018
Typ	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
Nutzbare Leistung am Verbraucher	3,84 – 6,5 W	12,95 – 25,5 W	40 – 51 W	62 – 72 W
Ausgangsleistung des Versorgers	4 – 7 W	15 – 30 W	40 – 51 W	75 – 90 W
Versorgungsanpassung	44 V	50 V	50 V	52 V
Max. Strom / Paar	350 mA	600 mA	600 mA	720 – 860 mA
Anzahl der Paare	2	2	4	4

Vorteile der PoE-Technologie

Der eingesetzte PoE-fähige Switch (Power Sourcing Equipment – PSE) bietet in Verbindung mit PoE-fähigen Endgeräten (Powered Devices – PD) enorme Vorteile:



Prinzipschaltbild PoE (aus IEC 62652)

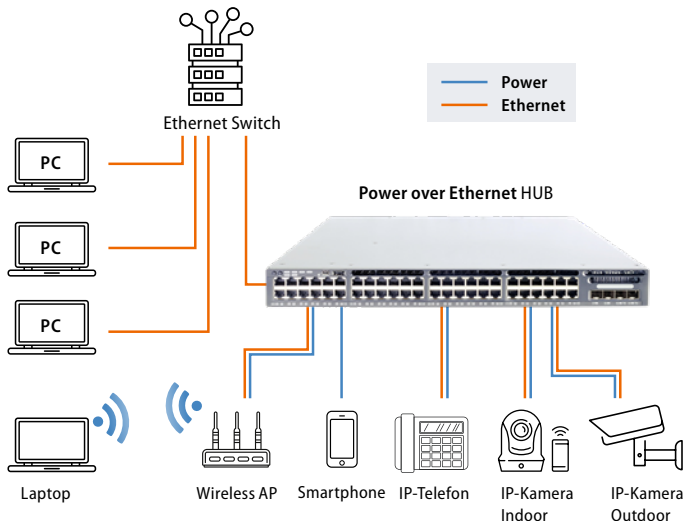
- **Einsparung der 230 V Energieversorgung**
(Kabel und Steckdose)
- **Weltweit gesicherte Kompatibilität**
(durch internationale Standardisierung)
- **Umfassende Management- und Überwachungsmöglichkeiten**
- **Senkung der Energiekosten**
durch bedarfsgerechtes Routen der Energie und Abschaltung ungenutzter Ports
- **Ausfallsicherheit**
durch zentrale unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).

Neue Anforderungen für PoE

Ursprünglich wurde PoE für die klassische Telefonie entwickelt um Telefone über die Anschlussleitung mit Strom zu versorgen. Durch die verbesserten Leistungen aus PoE+ oder PoE++ ergeben sich neue Einsatzmöglichkeiten. Zudem treiben die neuen Megatrends mit immer neuen Endgeräten und Anwendungen die Weiterentwicklung massiv an >>

Dazu zählen IoT (Internet of Things), Smart Grid, Smart Homes, Technische Gebäudeausrüstung oder Industry 4.0.

Das sind nur einige der Bereiche, die daraus einen erheblichen Nutzen ziehen werden. Für diesen Markt wird eine jährliche Wachstumsrate von bis zu 12 % prognostiziert.



Anwendungsbeispiele für PoE

PoE (15 W)

- IP-Telefone
- IP-Kameras
- WLAN Access Points
- Bluetooth Access Points

PoE (30 W)

- Geräte für den High-Speed-WLAN-Standard IEEE 802.11n
- Outdoor-IP-Kamera mit Heiz-, Schwenk-, Neige- und Zoomfunktion
- Zugangskontroll-Systeme mit Controller, Lesegeräte und Schließvorrichtung
- Video-IP-Telefon

4PPoE Vierpaarige Stromversorgung (bis 100 W)

- Krankenpflegerufanlagen im Gesundheitswesen
- Kreditkartenlesegeräte und Drucker z. B. im Einzelhandel
- Laptops, Thin-Client-Rechner
- Beleuchtung (LED)
- Building Management
 - Sensoren für Temperatur- und Feuchtemessung
 - Kameraüberwachungen
 - Sicherheitstechnik
- Industrielle Anwendungen

Varianten bei der Energie-Einspeisung

Es gibt zwei Möglichkeiten, Strom zwischen dem Energieversorger (Power Supply Equipment – PSE) und dem Verbraucher (Powered Device – PD) zu übertragen:

› Spare-Pairs-Verfahren

Hier werden für die Stromversorgung zwischen PSE und PD nur die ungenutzten Aderpaare (4/5 und 7/8) genutzt.

› Phantom-Speisung (oder Fernspeisung)

Hier werden alle datenführenden Adern für die Spannungsversorgung genutzt (gemäß Standards IEEE 802.3bt-2018 (4PPoE)). D.h. es erfolgt eine Spannungsmodulation parallel zum Datentransfer. Die Leistung liegt hier aktuell bei bis zu 90 W bei einer maximalen Stromstärke von 860 mA.

Was ist bei der Verkabelung zu beachten?

Die Datenverkabelung wurde ursprünglich gar nicht für die Energieübertragung konzipiert. Dennoch ist unter Berücksichtigung definierter Rahmenbedingungen und Auswahl geeigneter Komponenten die gewünschte Doppelnutzung möglich.

Allerdings muss man die folgenden Punkte berücksichtigen:

›› Erwärmung des Datenkabels

Die bei PoE steigenden Leistungen können in Kombination mit der Kabelhäufung im Installationskanal und schlechter Wärmeableitung zu spürbaren und im Extremfall unzulässigen Temperaturerhöhungen der Datenkabel führen.

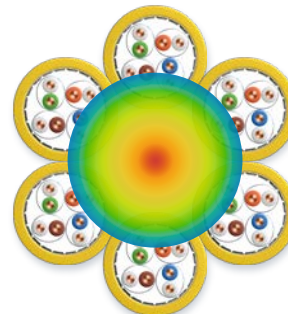
Die Kabelerwärmung ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Strombelastung (in Abhängigkeit des eingesetzten PoE-Standards)
- Kabelkonstruktion (insbesondere Leiterquerschnitt)
- Anzahl der Kabelbündel im Installationskanal
- Installationsumgebung (Wärmeabgabe)
- Umgebungstemperatur

Mit steigender Kategorie vergrößert sich auch der Leiterquerschnitt, der Gleichstromwiderstand sinkt und somit auch die Verlustwärme.

Im aufgeführten Beispiel aus ISO/IEC TR 29125 weisen Datenkabel der Kategorie 7_A eine um 36 Prozent geringere Erwärmung im Vergleich zu Datenkabeln der Kategorie 5 auf.

Die richtige Kabelkonstruktion leistet einen entscheidenden Beitrag bei der Minimierung der Kabelerwärmung.



Kabelerwärmung von innen nach außen

Als Faustregel gilt:

Je höher die Kategorie, je geringer die Erwärmung!

Kabelerwärmung in Abhängigkeit der Kabelkategorie (aus ISO/IEC TR 29125)

Größe der Kabelbündel (Anzahl Kabel)	Temperaturerhöhung in C°				
	KAT 5	KAT 6	KAT 6 _A	KAT 7	KAT 7 _A
1	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6
7	1,4	1,1	1,0	1,0	0,9
19	2,6	2,1	1,8	1,8	1,6
37	4,7	3,7	3,2	3,2	2,9
61	6,9	5,5	4,8	4,8	4,4
91	9,7	7,7	6,7	6,7	6,2
127	13,1	10,4	9,0	9,0	8,3
169	16,9	13,5	11,7	11,7	10,8

-36%

» Dämpfungserhöhung

Ein weiterer, meist vernachlässigter Effekt, ist die Dämpfungserhöhung – verursacht durch den Temperaturanstieg und die davon abgeleitete Reichweitenreduktion. Dies kann zu fehlerhaften Übertragungen und im Extremfall zu deren Ausfall führen.

Hier haben geschirmte Datenkabel aufgrund des geringeren Temperatur-Koeffizienten deutliche Vorteile gegenüber ungeschirmten Datenkabel.

Beispiel 1 – ungeschirmt

Klasse D_a bei 60 °C mit Kat. 5 Kabel UTP

$$H_{60^{\circ}\text{C}} = (109 \text{ m} - 10 \times 1,5 \text{ m}) - (0,4 / 100 \times 20 \times 94 \text{ m}) - (0,6 / 100 \times 20 \times 94 \text{ m}) = 75 \text{ m}$$

Beispiel 2 – geschirmt

Klasse D_a bei 60 °C mit Kat. 5 Kabel STP

$$H_{60^{\circ}\text{C}} = (109 \text{ m} - 10 \times 1,5 \text{ m}) - (0,2 / 100 \times 40 \times 94) = 86 \text{ m (+15 %)}$$

Gleichung für horizontale Übertragungsstrecken

Dämpfungserhöhung und Reichweitenreduktion in abhängigkeit der Temperatur und des Kabelsdesigns (aus EN 50173)

Model	Modellgleichung		
	Klasse D	Klasse E und E _A	Klasse F und F _A
a) Durchverbindung TA	$H = 109 - F \times X$	$H = 107 - 3 - FX$	$H = 107 - 2 - F \times X$
b) Rangierung TA	$H = 107 - F \times X$	$H = 106 - 3 - FX$	$H = 106 - 2 - F \times X$
c) Durchverbindung SP – TA	$H = 107 - F \times X - C \times Y$	$H = 106 - 3 - F \times X - C \times Y$	$H = 106 - 2 - F \times X - C \times Y$
d) Rangierung SP – TA	$H = 105 - F \times X - C \times Y$	$H = 105 - 3 - F \times X - C \times Y$	$H = 105 - 2 - F \times X - C \times Y$

H = max. Länge des Tertiärkabels (m)

F = Gesamtlänge der Rangierschnüre, Rangierpaare, Geräteanschluss- und Geräteverbindungsschnüre (m)

C = Länge des Sammelpunktkabels (m)

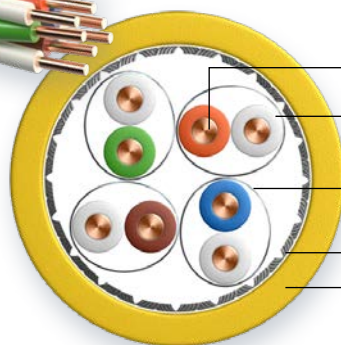
X = Verhältnis der Einfügedämpfung des flexiblen Kabels (dB/m) zur Einfügedämpfung des Tertiärkabels (dB/m)

Y = Verhältnis der Einfügedämpfung des Sammelpunktkabels (dB/m) zur Einfügedämpfung des Tertiärkabels (dB/m)

Bei Betriebstemperaturen oberhalb +20 °C sollte H bei geschirmten Kabeln um 0,2 % je 1 °C und bei ungeschirmten Kabeln um 0,4 % je °C (+20 °C bis +40 °C) und um 0,6 % je 1 °C (> +40 °C bis +60 °C) verringert werden.

Unsere Empfehlung für das richtige Datenkabel

- Geschirmtes Kabel mit möglichst hoher Kategorie: z. B. Kategorie 7_A
- Großer Leiterquerschnitt (AWG 22)
- Bei Bedarf – Sonderkonstruktionen mit einer zulässigen Betriebstemperatur > 60 °C



Leiter	blanker Cu-Draht, AWG 22/1
Isolierung	Zell-PE, Ader-Ø: Nennwert 1,6 mm
Verseilelement	Paar
Einzelschirm	Alu-kaschierte Polyesterfolie, Metallseite außen (PiMF)
Verseilung	4 Paare
Gesamtschirm	verzinnertes Cu-Geflecht
Außenmantel	halogenfreier, flammwidriger Compound

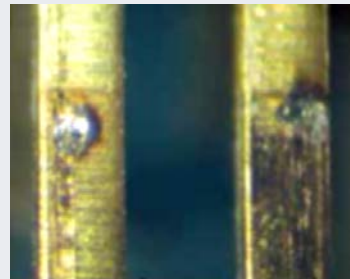
S/FTP Datenkabel mit Querschnitt AWG22/1
z. B. MegaLine® F10-130 S/F

Kontaktabbrand bei Steckverbindern

Bei der Anschlussstechnik kann das Ziehen des Steckers unter Last aufgrund der Entstehung eines Lichtbogens bzw. durch Funkenbildung zu Beschädigungen – dem sogenannten Kontaktabbrand – führen. Es kommt zu einer nicht umkehrbaren Beeinträchtigung oder sogar zum Ausfall der Kontakte.

Abhilfe kann hier ein entsprechendes Port-Power-Management schaffen – d.h. erst die Stromversorgung ausschalten, dann den Stecker ziehen.

Allerdings kann ein beabsichtigtes oder unbeabsichtigtes Ziehen des Steckers unter Last nicht komplett verhindert werden.



Kontaktabbrand in der Anschlussstechnik – hier eine RJ45-Buchse (aus IEC 62652)

Unsere Empfehlung bei der Wahl der Anschlussstechnik:
Verwenden Sie versetzte Kontakt- und Trennzonen – über einschlägige Steckverbindernormen hinaus.

Zertifizierte Sicherheit

MegaLine® Connect100 und MegaLine® Connect45

Vor diesem Hintergrund hat LEONI die Produktfamilien MegaLine® Connect100 und MegaLine® Connect45 nach IEC 60512-99-001 und IEC 60512-9-3 unabhängig prüfen lassen.

Dabei wurden die Buchse-/Stecker-Kombinationen häufigen Steckzyklen unter Last ausgesetzt. Die zulässige Abweichung der Übergangswiderstände (max. 20 MΩ) wird mit großen Reserven eingehalten – **das heißt zertifizierte Sicherheit!**



MegaLine® Connect100 mit versetzten Kontakt- und Trennzonen

Fazit und Ausblick

Dank Power over Ethernet kommen zahlreiche informationstechnische Geräte ohne 230 V-Stromversorgung aus. Mit Hilfe dieser Technologie lassen sich Gebäude und Büros intelligenter und energieeffizienter planen und betreiben.

Unser Beitrag zur Green IT in Gebäuden.



Nicht zuletzt auch aufgrund der anvisierten Leistungssteigerungen empfiehlt LEONI den Einsatz von geschirmten Datenkabeln der Kategorie 7_A mit Leiterabmessung AWG 22 sowie Anschlussstechnik mit versetzten Kontakt- und Trennzonen.