

4 PPoE RICHTIG INTEGRIEREN

Welche Fallstricke bei der strukturierten Verkabelung lauern
und warum das Patchkabel das Zünglein an der Waage ist



EFB-ELEKTRONIK

IM PROFIL



Die **EFB-Elektronik GmbH** gehört zu den führenden Herstellern und Systemanbietern für Netzwerktechnik und industrielle Systemlösungen. Unsere Expertise reicht von strukturierter Verkabelung über zertifizierte High-End Produkte für Data Center bis hin zu individuellen Entwicklungen im Auftrag von Industriekunden. Von unserem Hauptsitz in Bielefeld / Deutschland aus, sind wir weltweit tätig.

Zu unseren Kunden zählen Top-Adressen der IT Branche sowie mittelständische und große Unternehmen. Unsere Kunden profitieren von einem internationalen Netzwerk, in dem wir als Mitglied der leistungsstarken **TKH Group** aus den Niederlanden mit über 6.500 Mitarbeitern weltweit und internationalen Fertigungsstätten agieren.

Die EFB-Gruppe ist **europaweit** mit 240 Mitarbeitern an acht Standorten vertreten. Neben zahlreichen Vertriebsstandorten in Deutschland haben wir Tochtergesellschaften in Istanbul, Kopenhagen und Wien. Der aktuelle Umsatz der TKH-Gruppe beträgt mehr als 1,5 Milliarden Euro (2019). Mit einem Umsatzvolumen von 65,4 Millionen Euro (2019) zählt die EFB-Elektronik GmbH zu den führenden Unternehmen der Gruppe.

ERFAHREN SIE MEHR ÜBER UNS:
www.efb-elektronik.de/ueberuns

AUTOR

EUGEN PTOSZEK

Als Teamleiter des Produktmanagements stellt Eugen Ptoszek seine langjährigen Erfahrungen sowie sein fundiertes Fachwissen bei Praxis- und Anwenderfragen regelmäßig zur Verfügung.



e.ptoszek@efb-elektronik.de



(+49) 521 40418-0



info@efb-elektronik.de
www.efb-elektronik.de

4PPoE

RICHTIG INTEGRIEREN

Welche Fallstricke bei der strukturierten Verkabelung lauern und warum das Patchkabel das Zünglein an der Waage ist.

ÜBERSICHT

- PoE - eine Erfolgsgeschichte
- Die Vorteile von PoE
- Fallstricke bei der Gebäuderverkabelung im Zusammenhang mit PoE
- Patchkabel: das Zünglein an der Waage
- Fazit

Die Entwicklung des Power over Ethernet (PoE) ist eine Erfolgsgeschichte. Kein Wunder, denn die Möglichkeit, Datendienste und Energieversorgung über ein einziges Kabel abzuwickeln, birgt zahlreiche Vorteile. Durch den Verzicht auf eine eigene Stromzuleitung lassen sich wertvolle Ressourcen einsparen, was sich positiv in den Kosten niederschlägt. Das gilt besonders für die weitere Entwicklung des IoT (Internet of Things) und des IIoT (Industrial Internet of Things), bei der die Anzahl der netzwerkfähigen Geräte immer weiter steigt und damit auch die Einsatzmöglichkeiten für Power over Ethernet.

Der neueste Standard 802.3bt (4PPoE) ermöglicht eine weitere Steigerung der Leistung auf bis zu 90W. Dadurch wird PoE auch für energieintensive Endgeräte wie Notebooks, Fernseher oder Rechner interessant. Doch bei der Verkabelung gilt es einige Fallstricke zu beachten. Dabei kann die Wahl des Patchkabels zum Zünglein an der Waage werden.

Power over Ethernet

EINE ERFOLGSSTORY

Power over Ethernet (PoE) bezeichnet ein Verfahren zur Stromversorgung von netzwerkfähigen Geräten über ein 4-paariges Ethernet-Kabel. Zuvor wurden die achtadrigen Kupferkabel ausschließlich zur Datenübertragung genutzt. Das änderte sich mit der Verabschiedung des ersten PoE-Standards IEEE802.3af im Jahr 2003. Nun war es möglich, die Bereitstellung von Datendiensten und die Energieversorgung über ein einziges Kabel abzuwickeln. Dieser Vorteil verhalf schon dem Universal Serial Bus (USB) zu traumhaften Wachstumsraten. Gleichzeitig wurde dem Anspruch einer weltweit genutzten physikalischen Ebene Genüge getan.

Sechs Jahre später (2009) folgte die zweite Stufe PoE+ gemäß IEEE802.3at. Der Fortschritt lag hier vor allem in der Verdopplung der verfügbaren Leistung für das Endgerät. 2018 wurde dann der neueste PoE-Standard als IEEE802.3bt definiert, auch 4 Pair Power over Ethernet (4PPoE) bezeichnet. Der Name gibt schon den Hinweis darauf, dass hier erstmals 4 Adernpaare zur Stromversorgung genutzt werden.

IEEE-Standard	PoE (802.3af-2003)	PoE Plus (802.3at-2009)	4-paar PoE (802.3bt-2018)
Ausgangsspannung in V (DC)	36–57	42,5–57	42,5–57
Ausgangsstrom Betrieb in mA (DC)	350	600	2 × 860
Leistung der (PSE)-Versorgung in W	max. 15,4	max. 30	45; 60; 75; 90
Leistung am Endgerät (PD) in W	max. 12,95	max. 25,5	max. 40; 51; 62; 72
PSE-Klasse	Klasse 1: 4W Klasse 2: 7W Klasse 3: 15,4W	Klasse 4: 30W	Klasse 5: 45W Klasse 6: 60W Klasse 7: 75W Klasse 8: 90W
Endgeräte (PD-Type)	1	2	3 und 4
Benutzte Adernpaare	2	2	4



Statt „Power over Ethernet“ wäre auch die Bezeichnung „Power of Ethernet“ möglich gewesen, denn das Ethernet Datenprotokoll ist eine Erfolgsstory parallel zur Entwicklung der „Local Area Networks“.

Die Vorteile VON PoE

Innerhalb des Standards wird zwischen Energieversorgern (Power Source Equipment, kurz PSE) und Energieverbrauchern (Powered Devices, PD) unterschieden. Das PSE stellt dabei eine Schnittstelle zur Verfügung, die mit weit mehr Intelligenz ausgestattet ist als „Strom an – Strom aus“ und darüber hinaus für Ethernetkomponenten eine weltweite Gültigkeit genießt. PoE ist damit ein einheitlicher Standard für eine Stromversorgung mit RJ45.

ALLE VORTEILE AUF EINEN BLICK



Reduzierung der Anschlusskabel für Powered Devices



Reduzierung der Kosten für elektrische Anschlüsse



Flexible Ausstellung der Powered Devices



Weltweiter Standard für eine Stromversorgung mit RJ45

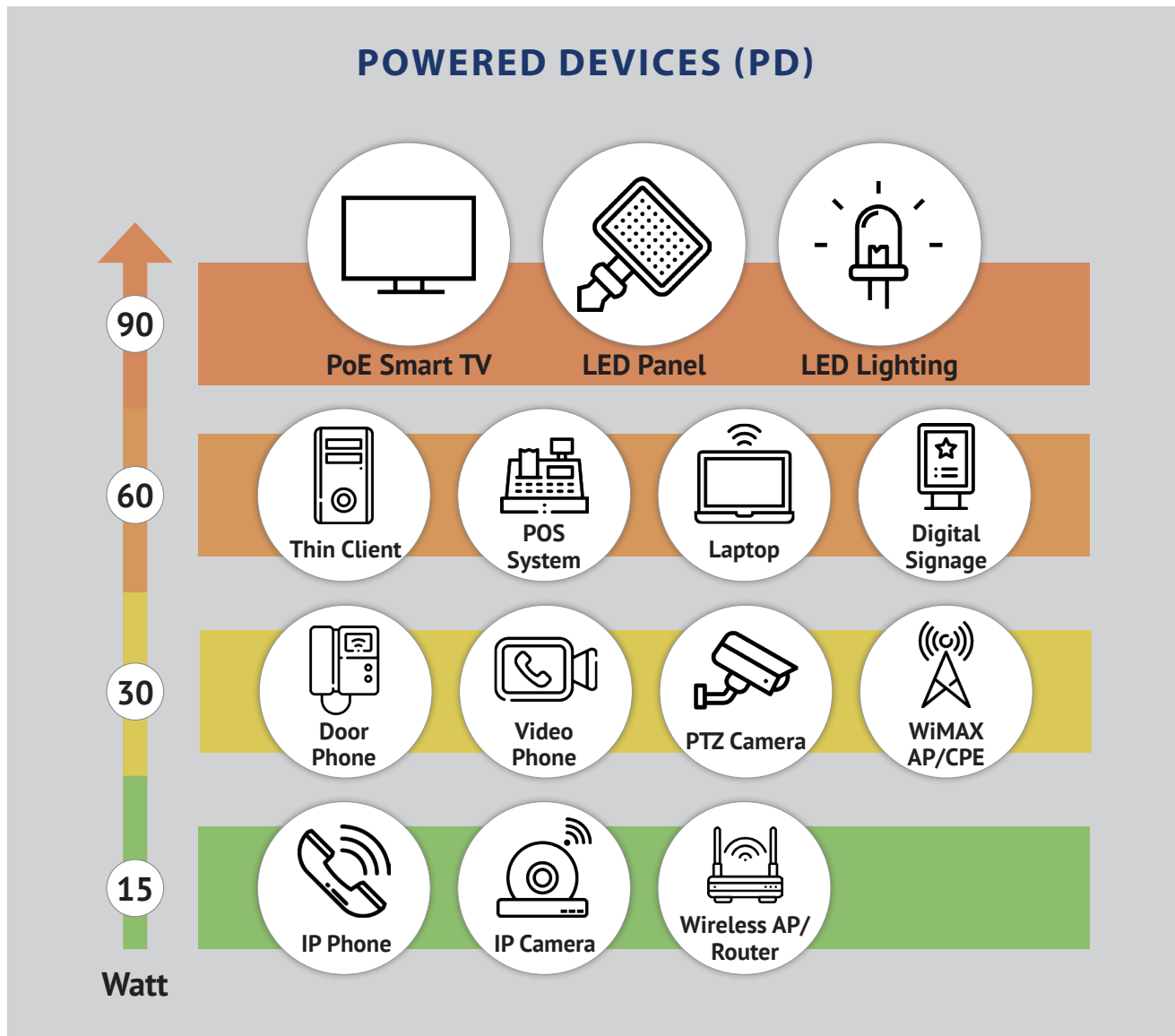


Zuverlässigkeit: wird das Power Source Equipment per USV abgesichert, sind gleichzeitig die Powered Devices mit abgesichert, ohne den Installationsbedarf getrennter Stromkreise



Green IT – Stromsparer: nur so viel Strom wie nötig

Durch die sukzessive Steigerung der maximalen Versorgungsleistung (PoE 15,4W, PoE+ 30W, 4PPoE 90W) können mittlerweile auch Endgeräte mit höherem Energiebedarf betrieben werden, ohne, dass ein zusätzlicher Stromanschluss benötigt wird.



Einziger Wermutstropfen war und ist, ähnlich wie bei den Vorreitern aus der seriellen Welt (USB oder Firewire), die definierten Grenzen für die maximale Energieversorgung, die durch die PoE-Standards gesetzt werden. Andererseits sind auch sämtliche kategorisierten Komponenten (Cat.5/6/6A/7/7A) der passiven Übertragungsstrecke, Steckverbinder und Kabel ebenso wenig in der Lage, unbegrenzt Strom zu leiten.

Fallstricke bei der Gebäudeverkabelung

IM ZUSAMMENHANG MIT PoE

Die maximale definierte Länge eines Übertragungskanals der strukturierten Verkabelung beträgt 100 m. Dies gilt nicht nur für die Datenübertragung, sondern auch für die Stromversorgung. Die Eignung einer Fremdspeisung gemäß PoE-Standard erfordert die ganzheitliche Betrachtung der Übertragungsstrecke entsprechend der Kategorien und Linkklassen.

Installationskabel haben heute je nach Kategorie 5, 6/6A oder 7/7A und Konstruktion unterschiedliche Kupferleiter mit Drahtstärken, die von 0,51mm (AWG 24) bis 0,64mm (AWG 22) reichen. Marktübliche Patchkabel weisen mit Querschnitten von 0,25mm² (AWG30) bis 0,4mm² (AWG26/7) noch weniger Kupferinhalt auf, was der Steckerkonfektion und der Flexibilität des Kabelmaterials geschuldet ist.

AUSZUG AUS DER AWG-TABELLE (AMERICAN WIRE GAUGE)

AWG-Wert	Drahtdurchmesser in mm	Querschnitt in mm ²	Ohm pro km bei 20° C
16	1,290	1,000	13,6
18	1,024	0,824	21,6
20	0,813	0,519	33,2
21	0,724	0,411	41,9
22	0,643	0,324	53,2
23	0,575	0,259	66,6
24	0,511	0,205	84,2
25	0,455	0,162	106
26	0,404	0,128	135
27	0,361	0,102	169
28	0,320	0,081	221
30	0,254	0,051	357
32	0,203	0,033	559
34	0,160	0,0201	857
35	0,142	0,0159	1080



VERLEGEKABEL PATCHKABEL

Desto höher der AWG-Wert, desto geringer ist der Durchmesser des Drahtes.

Wie bei der Datenübertragung die Einfügedämpfung durch den Leiterdurchmesser mitbestimmt wird, so wird auch der Gleichstrom-Leiterwiderstand dadurch definiert. Dieser Leitungswiderstand sorgt bei zunehmender elektrischer Leistung in Abhängigkeit vom Strom für Verlustleistung, welche in Wärme umgewandelt wird.

Der in der ISO/IEC11801 definierte Schleifenwiderstand (2-facher Leitungswiderstand) eines Permanent Links beträgt maximal 21 Ω , und ist dafür verantwortlich, dass der Verlust der elektrischen Energie in Abhängigkeit der Kabellänge in Wärme umgesetzt wird.

AUSZUG AUS DER ISO/IEC11801

Maximaler Schleifenwiderstand Ω							
Class A	Class B	Class C	Class D	Class E	Class E _A	Class F	Class F _A
530	140	34	21	21	21	21	21

WICHTIG:

Es ist bereits bei der Planung der Gebäudeverkabelung notwendig, einen geeigneten Leiterdurchmesser vorzugeben, geschlossene Systeme zur Verlegung der Kabel zu vermeiden und vor allem auch während der Installation keine Wärmenester durch dicke Kabelbündel zu bauen.

Die elektrischen Parameter eines Verlegekabels z.B. der Güte Cat.7 mit AWG23 Leiterdurchmesser werden bei 20°C Umgebungstemperatur definiert, welche sich bei Erwärmung auf den gesamten Permanent Link negativ auswirken können, insofern bei einer höheren Umgebungstemperatur durch verschlechterte elektrische Eigenschaften sogar ein Verlust der Linkklasse droht.

Die Beurteilung bzw. Abnahme einer strukturierten Verkabelung sollte nach der Installation mit einem Zertifizierungsmessgerät der neuesten Generation erfolgen, welches ebenso die Eignung einer Fremdspeisung bei der Messung berücksichtigt und gewährleistet.



DAS GILT ES ZU BEACHTEN!

- Leiterdurchmesser der Installationskabel min. AWG23, besser AWG22
- geschlossene Systeme bei der Verlegung der Kabel vermeiden
- keine Wärmenester durch dicke Kabelbündel bauen
- Beurteilung bzw. Abnahme der Verkabelung mit einem Zertifizierungsmessgerät der neuesten Generation

Patchkabel

DAS ZÜNGLEIN AN DER WAAGE

Die Einführung von Rangierkabeln mit dünneren Kabeldurchmessern (AWG30) für Anwendungen mit hoher Packungsdichte sind für ein Remote Powering wie PoE generell nicht zu empfehlen.

Je mehr Kupfer im Leiter verwendet wird, desto besser für die Gleichstromleitung.

Jedoch auch hier entscheidet der gesamte Link, sprich die Linklänge (100 m max.) und der Schleifenwiderstand ($25\ \Omega$ max.), über Fluch oder Segen.

AUSZUG AUS DER EN50173

Grenzwerte des Gleichstrom-Schleifenwiderstands für eine Übertragungsstrecke

Klasse	Größter Gleichstrom-Schleifenwiderstand Ω
A	560,0
B	170,0
C	40,0
D	25,0
E	25,0
E _A	25,0
F	25,0
F _A	25,0

WICHTIG:

Die Gleichstrom-Leiterqualität spielt bei Patchkabeln eine entscheidende Rolle, wenn 4PPoE bis zu 90W fehlerfrei und nachhaltig garantiert werden soll.

Worst-Case-Szenario:

Verkabelung	AWG-Wert	Länge	Gleichstrom Leiterwiderstand
Patchkabel A	30/7	15 m	5,1 Ω
Patchkabel B	27/7	20 m	3,7 Ω
Permanent Link	23/1	60 m	4,98 Ω
Gesamter Channel		95 m	13,78 Ω

Für den gesamten Channel ergibt sich ein Leiterwiderstand von $13,78 \Omega$. Daraus resultiert ein Schleifenwiderstand (2-facher Leitungswiderstand) von $27,56 \Omega$. Das liegt 10% über dem maximal erlaubten Wert von 25Ω ! Die Abnahmemessung des Permanent Links mit 60m Leiterlänge AWG23 hingegen führt zu einem Schleifenwiderstand von $9,96 \Omega$, was bei einem definierten Grenzwert von 21Ω im absolut grünen Bereich liegt. Dieses Beispiel verdeutlicht, wie wichtig es ist, den gesamten Link zu betrachten.

Bei der Betrachtung der Gleichstromwiderstände ist von einer Leiterqualität „Bare Copper“, sprich 100% Kupfer, ausgegangen worden. Jede Verschlechterung der Leiterqualität würde unweigerlich zu einer weiteren Erhöhung der Gleichstromwiderstände und damit ebenso der Schleifenwiderstände führen.

FAZIT

High Speed Datenübertragung mit 10Gbit/s oder mehr plus 4PPoE Gleichstromversorgung mit 90W Leistungsbudget erfordern völlig unterschiedliche elektrische Parameter und stellen an zukünftige Verkabelungsstrukturen noch höhere Qualitätsanforderungen, wobei die finale Entscheidung über PASS oder FAIL in der Wahl der Patchkabel liegen kann.