



## EINFÜHRUNG

Vor Jahren hatte jemand die Idee, Spannungsversorgung und Datenkommunikation in einem Twisted-Pair-Kabel zu kombinieren, und Power over Ethernet (PoE) war geboren. In den darauffolgenden Jahren wurde eine große Anzahl von Geräten auf den Markt gebracht, die über ein und dasselbe Kabel mit Spannung versorgt werden und Daten austauschen, wobei immer mehr Geräte vorgestellt wurden.



## Ein Leitfaden für die erfolgreiche Installation von Power over Ethernet

In den meisten Fällen entfällt bei Verwendung von PoE die Notwendigkeit einer separaten Stromversorgung, wodurch die Kosten und der Arbeitsaufwand für diese doppelte Verlegung entfallen. Hierdurch kann auch die separate Spannungsversorgung für das Gerät entfallen, was die Fehlerquellen um eine reduziert. Und da PoE niedrigere, sicherere Spannungen verwendet, sind keine strengen Anforderungen erforderlich, wie z. B. Kabelkanäle und Schaltkästen, die bei netzbetriebenen Geräten benötigt werden.

Eine PoE-Schaltung besteht aus drei Teilen:

- Das Gerät, das den Strom liefert (Power Sourcing Equipment – PSE), das die gleiche Verkabelung verwendet wie die Datensignale. Dies ist in der Regel ein Switch oder kann auch ein Midspan Injector sein, der in Fällen verwendet wird, in denen der Switch keine Versorgungsspannung liefern kann.
- Die Verkabelung, die sowohl die Daten als auch die

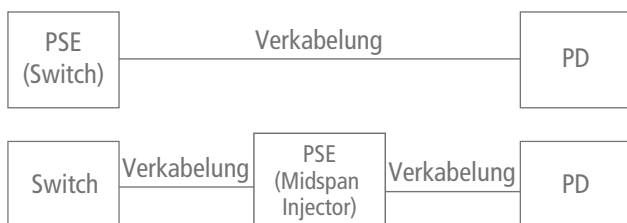


Abbildung 1. Grundlegendes PoE-Design und Nomenklatur

Datensignale überträgt. Die IEEE-Normen für PoE legen zwei- oder vierpaarige verdrehte Verkabelungssysteme (Twisted-Pair) fest.

- Das mit Spannung versorgte Gerät (Powered Device – PD), das die von dem PSE bereitgestellte Spannung aufnimmt.

Bei IEEE-Normenimplementierungen von PoE wird die Spannungsversorgung von dem PSE erst dann bereitgestellt, wenn diese von dem PD angefordert wird. Wenn das PD getrennt wird, trennt das PSE die Spannungsversorgung. Dies macht das PoE erheblich sicherer als die typische Wechsellspannung, die immer an der Steckdose anliegt. PoE verwendet ebenfalls eine niedrigere Spannung: 43 bis 57 V Gleichspannung.

**Der erste PoE-Norm** – IEEE 802.3af – wurde 2003 verabschiedet und stellte über zwei Kabelpaare eine Leistung von bis zu 15,4 W zur Verfügung. 802.3at (auch „PoE+“ genannt) wurde 2005 übernommen und unterstützte bis zu 30 W. Cisco entwickelte sein „Universal-PoE“ (UPOE), das alle vier Paare verwendet und die maximale Leistung auf 60 Watt bringt. Im September 2018 hat die IEEE 802.3bt genehmigt, wodurch die Leistung auf 90 W gebracht wurde.

Eine erfolgreiche PoE-Implementierung besteht aus drei Schritten:

1. Auswahl der Geräte
2. Kabelzertifizierung
3. Installation und Fehlersuche

Schauen wir uns an, was in jedem Schritt erforderlich ist.

### 1. Auswahl der Geräte

Während PoE eine große Chance bietet, besteht ein erhebliches Problem bei der Standardisierung. Der Begriff „PoE“ ist keine geschützte Marke, und jeder Anbieter kann eine PoE-Funktionalität für sein Gerät beanspruchen. Zurzeit gibt es drei genehmigte IEEE-Normen (802.3af und at) und einen Entwurf (802.3bt). Diese Normen definieren acht verschiedene Leistungsstufen oder Klassen, die über vier Konfigurationen bereitgestellt werden können: Typen 1 und 2 mit zwei Paaren und

	Typ 3 (802.3bt)				Typ 4 (802.3bt)			
	Typ 1 (802.3af)		Typ 2 (802.3at)					
PSE	Klasse 1 4 W	Klasse 2 7 W	Klasse 3 15,4 W	Klasse 4 30 W	Klasse 5 45 W	Klasse 6 60 W	Klasse 7 75 W	Klasse 8 90 W
	Nur 2-paare ( Typ 1 und 2)				Leistung immer über 4 Paare			
	2-paare oder 4-paare ( Typ 3 und 4)							
PD	Klasse 1 3,84 W	Klasse 2 6,49 W	Klasse 3 13 W	Klasse 4 25,5 W	Klasse 5 40 W	Klasse 6 51 W	Klasse 7 62 W	Klasse 8 71,3 W
					PoE+		PoE++, UPOE	

Abbildung 2. PoE-Klassen, Typen und Normen

Typen 3 und 4 mit vier Paaren. Darüber hinaus haben die Anbieter einige Begriffe wie PoE+ und PoE++ sowie Cisco Universal PoE (UPOE) übernommen. Und obwohl diese Ansätze alle den drei IEEE-Normen entsprechen, verursachen Anbieter, die andere, außerhalb der Normen liegende PoE-Implementierungen erstellen, weitere Verwirrungen. Beispielsweise bieten „passive“ PoE-Implementierungen eine „Immer eingeschaltet“-Versorgung, die nicht zwischen PSE und PD ausgehandelt wird. Andere Implementierungen verhandeln Leistungsstufen in höheren Schichten als das LLDP-Protokoll. Feld-Techniker und sogar Netzwerkplaner können schnell verwirrt sein, welche Geräte damit funktionieren könnten.

### Das Zertifizierungsprogramm von Ethernet Alliance

Um diese Verwirrung zu überwinden und die Interoperabilität zu verbessern, hat die Ethernet Alliance, ein Konsortium von Herstellern, welches neunzig Prozent der PSE-Switch-Ausrüstung repräsentiert, ein PoE-Zertifizierungsprogramm angekündigt. Dieses Programm bietet eine Methodik zur Zertifizierung der Produkte für die Interoperabilität mit anderen auf IEEE-802.3 basierenden PoE-Lösungen und bietet eine einfache Kennzeichnung solcher Produkte.

Die Zertifizierung der Produkte wird durch ein genau definiertes Verfahren mit zugelassenen Geräten definiert. Dies kann von Herstellern oder Dritten, wie dem Interoperability Laboratory (UNH-IOL) der University of New Hampshire, durchgeführt werden. Sowohl PSE- als auch PD-Geräte können zertifiziert werden. Geräte, die diesen strengen Prozess bestehen, können mit den von der EA zugelassenen Markierungen wie gezeigt gekennzeichnet werden.

Netzwerkplaner oder Installateure von PoE-Geräten können einfach die Markierungen auf dem PSE und dem



Abbildung 3. Ethernet Alliance-Markierungen für versorgte Geräte (links) und Geräte für die Spannungsversorgung (rechts).

PD vergleichen, um die Kompatibilität zu ermitteln. Wenn die Einstufung des PSE mindestens den Anforderungen des PD entspricht, ist die Funktionalität gewährleistet.

## 2. Kabelzertifizierung

PoE ist so ausgelegt, dass es über Twisted-Pair-Verkabelungen der Standardkategorie funktionsfähig ist. Das zusätzliche Anlegen dieser Signale mit hoher Leistung an einem Kabel, das Hochgeschwindigkeitsdaten überträgt, stellt jedoch einige zusätzliche Anforderungen an die Verkabelung dar.

Erstens muss der Gesamtwiderstand des Kabels gering sein. Wenn dieser zu hoch ist, wird die Leistung zwischen PSE und PD in Wärme umgesetzt, und das PD erhält keine ausreichende Versorgungsspannung.

Zweitens, in einem PoE-System wird Gleichtaktspannung über die zwei oder vier Paare angelegt – d. h., der Strom wird jeweils zwischen den zwei oder vier Leitern gleichmäßig aufgeteilt. Dies wird durch Angleichen oder Ausgleichen des DC-Widerstands der einzelnen Leiter ermöglicht; jede Abweichung wird als Unsymmetrie des DC-Widerstands betrachtet. Eine zu starke Unsymmetrie kann Signale verzerren und dadurch zu Bitfehlern, Übertragungswiederholungen und sogar dem Verlust von Datenverbindungen führen.

Drittens, bei Implementierung der Typen 3 und 4 müssen Sie sich nicht nur um die Asymmetrien des DC-Widerstands bei den einzelnen Paaren Gedanken machen. Eine sehr starke Asymmetrie des DC-Widerstands zwischen mehreren Paaren kann darüber hinaus die Datenübertragung blockieren oder zum Abbruch der PoE-Funktion führen.

Das IEEE hat die Wichtigkeit dieser Widerstandsmessungen erkannt und die Anforderungen an den Schleifenwiderstand und die Asymmetrie des Widerstands innerhalb eines Paares in die 802,3-Norm aufgenommen. Die Telecommunications Industry Association hat diese auch in ANSI/TIA 568.2-D aufgenommen.

Leider werden die meisten Installationen gemäß Feldtest-Standard TIA-1152-A zertifiziert, der diese Messwerte lediglich als optional einschließt. Inkonsequente Anschlüsse, wo einzelne Leiter nicht ordnungsgemäß und konsequent in den IDC sitzen, können zu Asymmetrien des DC-Widerstands führen. Auch wenn ein Kabel laut Lieferanten die DC-Unsymmetrie-Spezifikation

erfüllt, lässt sich dessen tatsächliche Leistung nach der Installation nur durch einen Feldtest ermitteln.

Zum Glück lässt sich die DC-Widerstand-Asymmetrie für einzelne Paare und zwischen mehreren Paaren mit den

LOOP	PAIR UBL	P2P UBL
	VALUE ( $\Omega$ )	LIMIT ( $\Omega$ )
1,2-3,6	0.017	0.20
1,2-4,5	0.004	0.20
1,2-7,8	0.016	0.20
3,6-4,5	0.013	0.20
3,6-7,8	0.001	0.20
4,5-7,8	0.012	0.20

Abbildung 4. DSX2-5000-Anzeige von Ergebnissen von Paar-zu-Paar-Widerstand-Asymmetrie.

Kabelzertifizierern der Serie DSX CableAnalyzer™ von Fluke Networks schnell und problemlos testen. So können Sie wirklich sicher sein, dass die PoE-Anwendungen der von Ihnen geplanten Kabelanlage sowohl mit zwei wie auch mit vier Paaren funktionieren.

### 3. Installation und Fehlersuche

Die Kenntnis der Kapazität des PSE und der Anforderungen an das PD vereinfacht die Installation und Fehlerbehebung. Leider können Techniker, die PoE-versorgte Geräte warten oder installieren, möglicherweise nicht auf diese Informationen zugreifen. Sie können die Anforderungen eines EA-zertifizierten PD leicht überprüfen, aber in den meisten Fällen arbeitet der Techniker ziemlich weit von dem PSE entfernt, sodass die Techniker einen langen Rückweg zum Telekommunikationsschrank oder zum Rechenzentrum haben, um mehr über die Fähigkeiten des Switches zu erfahren. Dann müssen sie herausfinden, welches Kabel zu ihrem PD führt. In vielen Fällen haben die Techniker

möglicherweise keinen Zugriff auf das PSE und müssen sich daher mit dem IT-Team in Verbindung setzen. Ein Techniker könnte einen halben Tag damit verbringen, das Kabel zu verfolgen, um auf den Switch zuzugreifen.

Der MicroScanner PoE ist in vielerlei Hinsicht für Techniker von unschätzbarem Wert. Dieser ermittelt die Geschwindigkeit des Ports bis zu 10 Gbit/s. Ein langsamer Port kann die Leistung eines Access Points oder einer Kamera einschränken. Bei einer Beschädigung des Kabels zeigt dieser die Länge jedes Paares, mögliche Unterbrechungen oder andere Fehler an. Kabel können auch nicht oder falsch angeschlossen sein - der MicroScanner PoE kann als Tonquelle für die Kabelverfolgung dienen. Identifikatoren können an Remote-Kabel angeschlossen werden, um zu ermitteln, wo diese hinführen.



Abbildung 5. Der MicroScanner PoE kann die vom PSE gelieferte Versorgung sowie die Netzwerkgeschwindigkeit feststellen und enthält auch eine Reihe von Kabelprüffunktionen.

Fluke Networks  
P.O. Box 777, Everett, WA USA 98206-0777

For more information or assistance contact your local Fluke Networks representative, or email us at: [channels@flukenetworks.com](mailto:channels@flukenetworks.com)

©2020 Fluke Corporation. 12/2020 7003066RL