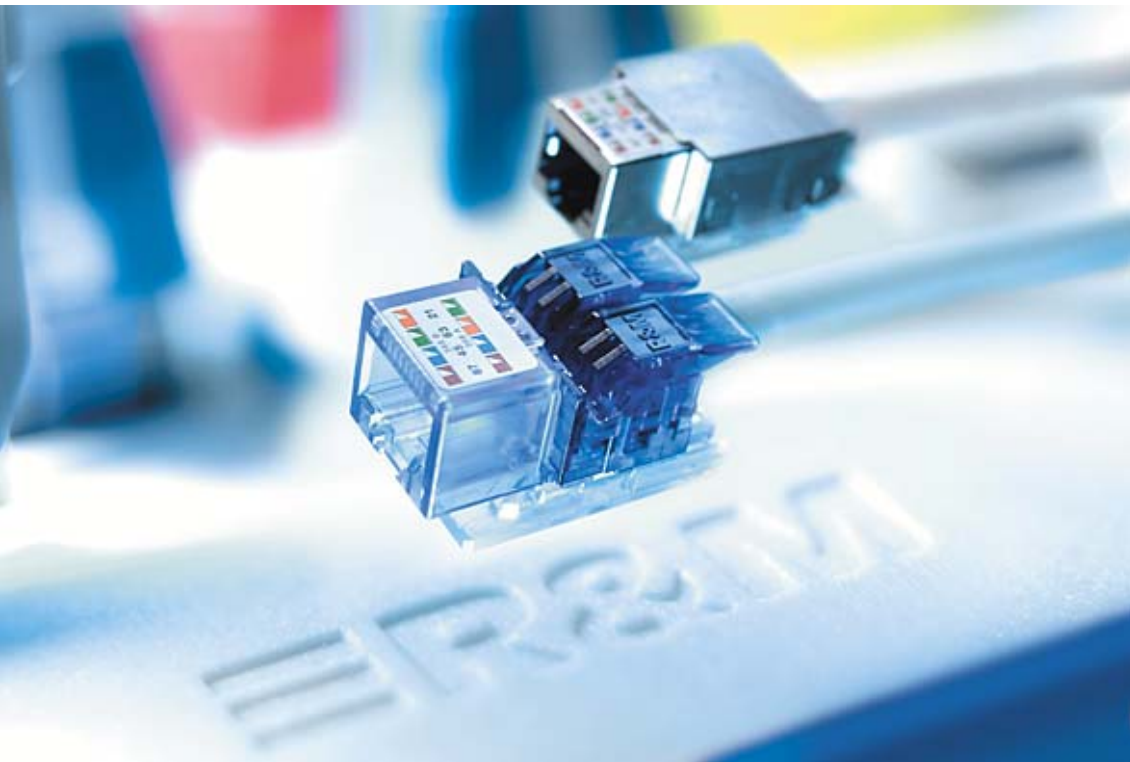


## White Paper



## **Power over Ethernet Plus – Aktualisierung und Hinweise zur Verkabelung**



Convincing cabling solutions

## Power over Ethernet Plus – Aktualisierung und Hinweise zur Verkabelung

### INHALTSVERZEICHNIS

1. Einführung.....	3
2. Anwendungsziele.....	5
3. Probleme durch Kabelerwärmung .....	6
4. Berechnung der maximalen Kabellänge bei höheren Temperaturen .....	6
5. Auswertung .....	10
6. Hinweis zum Steckverbinder.....	11
7. Schlussfolgerungen.....	13
8. Quellen und weitere Informationen .....	13

© Copyright 2009 Reichle & De-Massari AG (R&M). Alle Rechte vorbehalten.

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Publikation oder von Teilen daraus sind, zu welchem Zweck und in welcher Form auch immer, ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch Reichle & De Massari AG nicht gestattet. In dieser Publikation enthaltene Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Erstellung dieses Dokuments erfolgte mit grösstmöglicher Sorgfalt; es enthält den zum Zeitpunkt der Erstellung aktuellen technischen Stand.  
Technische Änderungen vorbehalten.

## PoE und PoEplus: Wer Leistung steigern will, muss mit grösserer Sorgfalt planen

**Power over Ethernet (PoE) – die Bündelung von Strom- und Datenübertragung in einem Kabel – breitet sich auf dem Markt weiter aus. Die Anwendungsmöglichkeiten vervielfältigen sich, wenn höhere Leistungen zur Verfügung gestellt werden können. Darum soll 2009 PoEplus eingeführt werden. Mehr elektrische Energie auf dem Datenkabel – das bedeutet automatisch: grössere Erwärmung der Adern. Ein Risikofaktor. Wer Datennetze mit Anwendung von PoEplus plant, muss bei der Auswahl des Verkabelungssystems also besonders sorgfältig sein und unter gewissen Umständen einige Limitierungen beachten. Bei konsequenter Beachtung der bestehenden und künftigen Standards ist das Problem der Erwärmung jedoch beherrschbar. Für die Datenübertragung entstehen dann keine Nachteile. Allerdings darf ein weiterer Risikofaktor nicht ausser Acht gelassen werden: die Gefahr des Abbrands von Kontakten bei Steckvorgängen unter Spannung.**

**Untersuchungen von R&M zeigen, dass qualitativ hochwertige und stabile Lösungen eine dauerhafte Kontaktqualität sicherstellen. Dieses White Paper will Hilfestellungen für die Planung von Datennetzen mit PoEplus-Anwendung geben und auf die im aktuellen Standardisierungsprozess noch ungelösten Fragen hinweisen.**

Anwendung:	Enterprise Cabling
Technologie:	Kupferverkabelung, Power over Ethernet (PoE), IP Applications
Format:	White Paper
Themen:	Update und weitere Entwicklung von Power over Ethernet zu Power over Ethernet plus, IEEE 802.3af, IEEE 802.3at, Anwendung von PoEplus, Erwärmung der Kabel, Auslegung Link-Längen, Wahl des Verkabelungs-Systems und des Aderquerschnitts, Kontaktqualität, Vermeidung von Abbrennen usw.
Ziel:	Orientierung für Planung, Beschaffung, Integration von Kupferverkabelungen für Datennetze mit PoEplus-Anwendungen wie Überwachung, Sicherheit, Voice over IP, Wireless LAN, RFID, POS usw.
Zielgruppe:	Systemintegratoren, Planer, Installateure, Anwender
Autoren:	Regina Good-Engelhardt, Herbert Stoffel
Erschienen:	Februar 2009

## 1. Einführung

Die Nutzung von Datenkabeln als Übertragungsmedium für Informationen und elektrische Energie ist keine Vision mehr, sondern basiert auf dem Standard IEEE 802.3af, der unter dem Namen „Power over Ethernet“ (PoE) bekannt ist. Eine häufige Anwendung in einer universellen Kommunikationsverkabelung ist die Fernspeisung von Endgeräten wie z. B.:

- Wireless Access Points
- VOIP-Telefone
- IP-Kameras, usw.

Seit der Einführung im Jahr 2003 hat sich PoE zu einem blühenden Markt entwickelt, der den Prognosen zufolge auch in Zukunft weiter stark wachsen wird. Marktforschungsfirma Dell'Oro geht davon aus, dass im Jahr 2011 etwa 100 Millionen PoE-fähige Geräte sowie mehr als 140 Millionen PoE-Ports in Versorgungsgeräten, z. B. Switches, verkauft werden (Abbildung 1).

Die kürzlich von VDC (Venture Development Corporation, Natick, Massachusetts) fertig gestellte Marktstudie „Power over Ethernet: Global Market Opportunity Analysis“ befasst sich mit den treibenden Kräften für die Akzeptanz führender PoE-Anwendungen. Dies sind IP-Telefone und Wireless Access Points (WAPs) sowie die führenden Anbieter dieser Geräte. Laut dieser Studie wird die Nachfrage nach Unternehmens-WAPs bis zum Jahr 2012 jährlich um fast 50 % steigen.

Heute definiert der Standard eine maximale Leistung von 12,95 W am Endgerät, dem Energieverbraucher (Powered Device, PD). Seit der Einführung von Power over Ethernet ist die Nachfrage nach höherer Leistung gestiegen, um auch Geräte zu versorgen, die mehr Leistung benötigen, z. B.:

- IP-Kameras mit PAN/Tilt/Zoom-Funktionen
- VOIP-Videotelefone
- POS-Terminals
- Multiband Wireless Access Points
- WiMax (IEEE 802.11n)
- RFID-Leser, usw.

Daher ist ein neuer Standard in Arbeit, der Unterstützung für eine minimale Leistung von 24 W am PD definiert.

- Status heute **IEEE 802.3af:** Power over Ethernet (POE) = 12,95 W Leistung
- Status morgen **IEEE 802.3at:** Power over Ethernet (POEplus) = min. 24,00 W Leistung

Die Freigabe des neuen Standards, IEEE 802.3at, ist für das Jahr 2009 geplant.

Achtung: Die Definition von PD (Powered Device) und PSE (Power Sourcing Equipment) ist gleich wie bei der PoE IEEE 802.3af Norm. Ein Endspan Beispiel ist hier dargestellt. Für mehr Information, bitte lesen Sie unser White Paper „Power over Ethernet“.

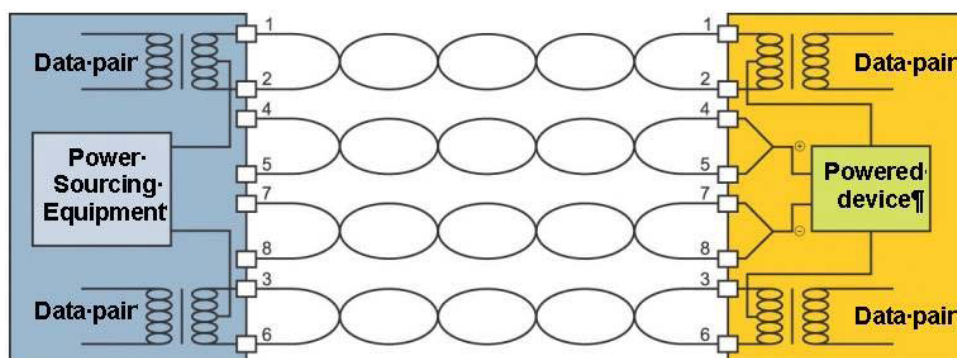


Abbildung 2: Ein Endspan Beispiel wie bei der PoE IEEE 802.3af Norm definiert.

## Power over Ethernet Prognose

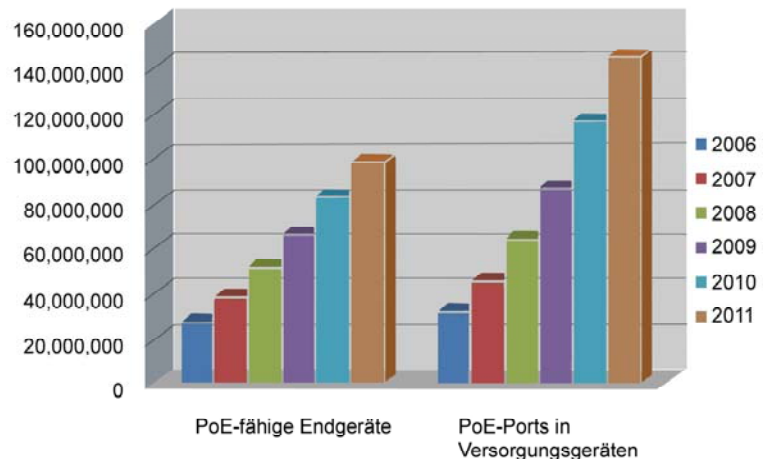


Abbildung 1: Dell'Oro-Prognose 2007 und IDC-Prognose 2007 für Netzkameras sagen Anstieg der Nutzung von Power over Ethernet voraus.

## 2. Anwendungsziele

Die IEEE-Standardisierungsgruppe verfolgt zurzeit folgende Ziele:

1. PoEplus erweitert 802.3af und wird in dessen definiertem Rahmen betrieben.
2. Die Zielinfrastruktur für PoEplus sind Systeme nach ISO/IEC 11801-1995 Klasse D / ANSI/TIA/EIA-568.B-2 Kategorie 5 (oder höher) mit einem Gleichstrom-Schleifenwiderstand von maximal 25 Ohm.
3. IEEE STD 802.3 entspricht weiterhin den Anforderungen an eine begrenzte Stromquelle und den SELV-Anforderungen gemäss ISO/IEC 60950.
4. Die PoEplus-Energieversorger (Power Sourcing Equipment, PSE) arbeiten in Modi, die mit den Anforderungen von IEEE STD 802.3af kompatibel sind, sowie in erweiterten Modi (Tabelle 1).
5. PoEplus unterstützt eine minimale Leistung von 24 Watt am Energieverbraucher (PD).
6. PoEplus-PDs, die einen PoEplus-PSE erfordern, melden dem Benutzer durch eine aktive Anzeige, wenn sie mit einer herkömmlichen 802.3af-PSE verbunden sind. Diese Anzeige erfolgt zusätzlich zu einer möglicherweise bereitgestellten optionalen Verwaltungsanzeige.
7. Der Standard schliesst nicht die Fähigkeit aus, FCC / CISPR / EN Class A, Class B, Performance-Kriterium A und B mit Daten für alle unterstützten PHYs zu erfüllen.
8. Erweiterung der Leistungsklassifizierung zur Unterstützung von PoEplus-Modi.
9. Unterstützung des Betriebs von Midspan-PSEs für 1000BASE-T.
10. PoEplus-PDs im Leistungsbereich von 802.3af arbeiten problemlos mit 802.3af-PSEs zusammen.

Ursprüngliches Ziel war die Bereitstellung von 30 W Leistung am PD über zwei Aderpaare, was jedoch auf 24 W reduziert wurde. Auch das Ziel der Verdoppelung dieser Leistung durch eine Übertragung über 4 Aderpaare wurde gestrichen, könnte jedoch zu einem späteren Zeitpunkt berücksichtigt werden.

PD-Betrieb an PSE		
	PoE-PSE	PoEP-PSE
PoE-PD	Betriebsfähig	Betriebsfähig
PoEP-PD < 12,95 W	Betriebsfähig	Betriebsfähig <sup>Anmerkung 1</sup>
PoEP-PD > 12,95 W	PD mit aktiver Anzeige für Benutzer	Betriebsfähig <sup>Anmerkung 1</sup>

PD = Powered Devices, PSE = Power Sourcing Equipment  
Anmerkung 1: Betrieb mit erweiterter Leistungsklassifizierung

Tabelle 1: Kompatibilität zwischen PoE und PoEP PD/PSE Versionen

Es wurde besonders auf Rückwärtskompatibilität und die Unterstützung für herkömmliche PoE-Geräte oder Geräte mit niedrigem Stromverbrauch geachtet. Daher wurde folgende Terminologie eingeführt, um zwischen Geräten mit niedrigem Stromverbrauch und neuen Geräten mit höherem Stromverbrauch zu unterscheiden:

- Typ 1: niedriger Stromverbrauch
- Typ 2: hoher Stromverbrauch

In Tabelle 2 sind einige der Unterschiede zwischen PoE und PoEplus aufgeführt.

Aufgrund des höheren Stromflusses in der Verkabelung stellte die Wärmeentwicklung ein Problem dar. Einige Anbieter empfehlen die Verwendung von Kabeln einer höheren Kategorie, um diesen Effekt zu mildern. Kapitel 3 und 4 behandeln das Problem ausführlich.

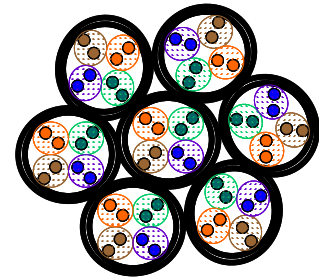
	PoE	PoEplus
Kabelanforderung	Cat. 3 oder höher	Typ 1: Cat. 3 oder höher Typ 2: Cat. 5 oder höher
PSE-Strom (A)	0,35 A	Typ 1: 0,35 A Typ 2: 0,6 A
PSE-Spannung (Vdc)	44-57 Vdc	Typ 1: 44-57 Vdc Typ 2: 50-57 Vdc
PD-Strom (A)	0,35 A	Typ 1: 0,35 A Typ 2: 0,6 A
PD-Spannung (Vdc)	37-57 Vdc	Typ 1: 37-57 Vdc Typ 1: 47-57 Vdc

Tabelle 2: Unterschiede zwischen PoE und PoEplus

Quelle: Ethernet Alliance, August 2008

### 3. Probleme durch Kabelerwärmung

Die Übertragung von Energie über eine universelle Kommunikationsverkabelung führt dazu, dass die Temperatur in der Verkabelung abhängig von der übertragenen Energiemenge und dem Leiterquerschnitt steigt. Das Kabel in der Mitte eines Bündels wird naturgemäss stärker erwärmt, weil keine Wärme abgeführt werden kann. Mit zunehmender Wärme im Kabelbündel (Umgebung + Temperaturanstieg) nimmt auch die Einfügungsdämpfung zu, was die maximal zulässige Kabellänge verringern kann.



Hinzu kommt, dass die maximale Temperatur (Umgebung + Anstieg) laut Standard auf 60° C begrenzt ist.

Daraus ergeben sich zwei limitierende Faktoren:

- Verringerung der maximal zulässigen Kabellänge durch höhere Kabeldämpfung aufgrund höherer Temperaturen
- Im Standard festgelegte maximale Temperatur von 60° C

Der Temperaturanstieg für verschiedene Kabeltypen wurde durch Tests ermittelt, die von der IEEE 802.3at PoEplus-Arbeitsgruppe durchgeführt wurden (gemessen in Bündeln aus 100 Kabeln, Tabelle 3).

Kabeltyp	Leiter-querschnitt	Temperatur-anstieg ca.
Cat. 5e / u	AWG 24	10° C
Cat. 5e / s	AWG 24	8° C
Cat. 6 / u	AWG 24+	8° C
Cat. 6A / u	AWG 23	6° C
Cat. 6A / s	AWG 23	5° C
Cat. 7	AWG 22	4° C

Tabelle 3: Temperaturanstieg bei PoEplus

### 4. Berechnung der maximalen Kabellänge bei höheren Temperaturen

Zur Vereinfachung wird hier nur das Verkabelungsmodell Interconnect-TO, so wie in den Standards definiert, betrachtet (siehe Abbildung 2, Modell A). Ähnliche Ergebnisse können für die anderen Referenz-Verkabelungsmodelle erwartet werden. Zum besseren Vergleich zwischen den verschiedenen Kabeltypen wird zunächst das Class D Schema zugrunde gelegt.

Modell	Class D Channel mit Cat. 5e-Komponenten	Class E Channel mit Cat. 6-Komponenten	Class F Channel mit Cat. 7-Komponenten
Interconnect-TO	$H = 109 - FX$	$H = 107 - 3^* - FX$	$H = 107 - 2^* - FX$

• **H** = Maximale Länge des fest installierten Horizontalkabels (m)  
 • **F** = Kombinierte Länge der Patch-/Anschlusskabel, Geräte- und Arbeitsplatzkabel (m)  
 • **X** = Verhältnis Anschlusskabelämpfung (dB/m) zu Dämpfung des fest installierten Horizontalkabels (dB/m) (normalerweise 1,5)  
 • **\*** = diese Längenreduktion ist nötig, um eine Reserve für Dämpfungsabweichungen bei hohen Frequenzen zu schaffen

Bei Betriebstemperaturen von über 20° C muss die maximale Leitungslänge H wie folgt verringert werden:

- Geschirmte Verkabelung: 0,2 % pro °C
- Ungeschirmte Verkabelung: 0,4 % bei > 20°C – 40°C  
und 0,6 % bei > 40°C – 60°C pro Grad

**Anmerkung:** Bei geschirmten Installationen kann die Wärme besser über die Schirmung abgeleitet werden.

Tabelle 4 zeigt die Berechnung der Auswirkung auf die maximale Leitungslänge mit PoEplus für unterschiedliche Kabeltypen und verschiedene Umgebungstemperaturen.

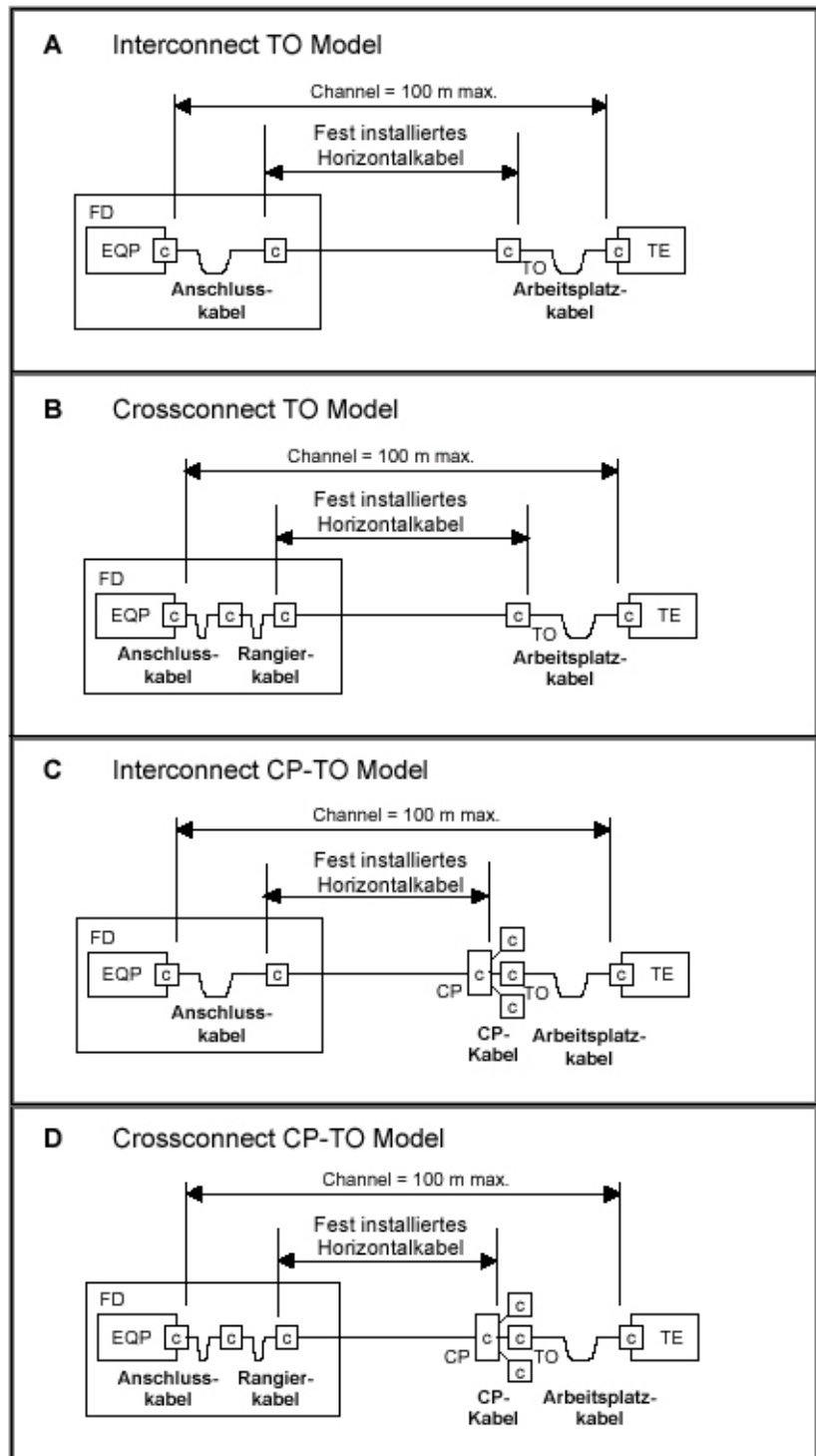


Abbildung 3: Verkabelungsmodelle



#### 4.1. Class D Berechnung Beispiel mit einem Kat. 5e/s Kabel

Berechnung der theoretischen Maximallänge:

Ausgangswert bei Class D: 109m

Patchkabellänge (F): 10m

Faktor (X): 1.5

$H = 109 - FX$

$H = 109 - (10 \cdot 1.5)$

**$H = 109 - 15 = 94\text{m}$**

#### Berechnung der Auswirkungen bei PoEplus und Umgebungstemperatur 30°C

Temperaturanstieg im Kabelbund bei PoEplus (von Tabelle 3): 8°C

$30^\circ\text{C} + 8^\circ\text{C} = 38^\circ\text{C}$  in Kabelbund

Berechnung der Kabelverkürzung durch erhöhte Temperatur ( $>20^\circ$ ) im Kabelbund

$38^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 18^\circ\text{C}$

$94 - (18^\circ\text{C} \cdot 0.2\%)$

**$94 - 3.6\% = 90.62\text{m}$**

Da die maximale Länge gemäss Norm 90m nicht überschritten werden darf, ist die maximale Länge nicht 90.62m sondern normgerechte 90m.

Tabelle Klärung:

Kabeltyp	Standard Channel-Länge (Class D Schema)	Längen-Faktor Cat. 6, Cat. 7 Kabel	Länge beider Rangierkabel	Rangierkabel inkl. Dämpfungsfaktor (1,5) Standard	Theoret. max. Link-Länge	Umgebungstemperatur °C	Temperaturanstieg im Kabel in °C bei PoEplus Betrieb	Gesamttemperatur °C	Faktor für Temperatur-reduzierung (% pro °C)	Max. Link-Länge (Link-Länge minus Temperaturreduzierungs-Faktor) Class D Schema *	Max. Link-Länge (Link-Länge minus Temperaturreduzierungs-Faktor) Class E / F Schema **	Max. Umgebungstemperatur °C (60 °C minus Kabeltemperaturanstieg)
Cat. 5e / u (AWG 24)	109	1	10	15	94.00	20	10	30	0.4	90		50
						30	10	40	0.4	86		50
						40	10	50	0.4	83		50
						50	10	60	0.4 -0.6	74		50
Cat. 5e / s (AWG 24)	109	1	10	15	94.00	20	8	28	0.2	90 (92)		52
						30	8	38	0.2	90 (91)		52
						40	8	48	0.2	89		52
						50	8	58	0.2	87		52

Class D mit einem Cat. 5e/s Kabel  
 $H = 109 - FX = 109 - 15 = 94\text{m}$

PoEplus und 30°C Umgebungstemperatur  
 $(30^\circ\text{C} + 8^\circ\text{C})$   
 $94 - (18^\circ\text{C} \cdot 0.2\%)$   
 $94 - 3.6\% = 90.62\text{m}$

Maximale Umgebungstemperatur  
 $60^\circ\text{C} - \text{Kabeltemperatur anstieg}$   
 $60^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C} = 52^\circ\text{C}$



Kabeltyp	Standard Channel-Länge (Class D Schema)	Längen-Faktor Cat. 6, Cat. 7 Kabel	Länge beider Rangierkabel	Rangierkabel inkl. Dämpfungsfaktor (1,5) Standard	Theoret. max. Link-Länge	Umgebungstemperatur °C	Temperaturanstieg im Kabel in °C bei PoEplus Betrieb	Gesamttemperatur °C	Faktor für Temperaturreduzierung (% pro °C)	Max. Link-Länge (Link-Länge minus Temperaturreduzierungs-Faktor) Class D Schema *	Max. Link-Länge (Link-Länge minus Temperaturreduzierungs-Faktor) Class E / F Schema **	Max. Umgebungstemperatur °C (60 °C minus Kabeltemperaturanstieg)
Cat. 5e / u (AWG 24)	109	1	10	15	94.00	20	10	30	0.4	90		50
						30	10	40	0.4	86		50
						40	10	50	0.4	83		50
						50	10	60	0.4 -0.6	74		50
Cat. 5e / s (AWG 24)	109	1	10	15	94.00	20	8	28	0.2	90 (92)		52
						30	8	38	0.2	90 (91)		52
						40	8	48	0.2	89		52
						50	8	58	0.2	87		52
Cat. 6A / s (AWG 23)	109	1.1	10	15	103.00	20	6	26	0.2	90 (102)	89 (88)	54
						30	6	36	0.2	90 (100)	87 (86)	54
						40	6	46	0.2	90 (98)	85 (84)	54
						50	6	56	0.2	90 (96)	84 (83)	54
Cat. 7 (AWG 22)	109	1.15	10	15	108.00	20	5	25	0.2	90 (107)	90 (89)	55
						30	5	35	0.2	90 (105)	88 (87)	55
						40	5	45	0.2	90 (103)	86 (85)	55
						50	5	55	0.2	90 (100)	85 (84)	55

Tabelle 4: Berechnung der Auswirkung auf die maximale Leitungslänge mit PoEplus für unterschiedliche Kabeltypen und verschiedene Umgebungstemperaturen (u = ungeschirmt, s = geschirmt) (zu Vergleichszwecken basierend auf Class D Schema für alle Verkabelungstypen).

\* Wenn die berechnete Länge des fest installierten Kabels >90m ist, muss sie auf Standard konforme 90m reduziert werden. Die Werte in Klammern sind die theoretischen Längen bei Einsatz von PoEplus, zu Vergleichszwecken basierend auf dem Class D Schema.

\*\* Der erste Wert ist die maximale Link-Länge basierend auf Class E und F Schemata resp. ohne Berücksichtigung von PoEplus. Die Werte in Klammern repräsentieren die maximale Link-Länge einschliesslich der Auswirkungen von PoEplus.

## 5. Auswertung

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Verwendung von AWG23- und AWG22-Kabeln für PoEplus bei Raumtemperatur nicht unbedingt nötig ist. Das Problem der erhöhten Kabeltemperaturen bei PoEplus muss bei langen Kabellängen bzw. langen Patchkabeln und bei zusätzlichen hohen Umgebungstemperaturen, z.B. in den Tropen, berücksichtigt werden.

Bei einem ungeschirmten Cat. 5e/u-Kabel würde ein zusätzlicher Temperaturanstieg von 10° C durch PoEplus bei einer Umgebungstemperatur von 40° C eine Verringerung der zulässigen Link-Länge um etwa 7 m bedeuten. Bei einem geschirmten Cat. 5e/s-Kabel und einer Umgebungstemperatur von 40° C läge diese Verringerung nur bei etwa 1 m.

Diese Reduzierung der Leitungslänge um 7 m bzw. 1 m kann durch ein Kabel einer höheren Kategorie mit einem grösseren Aderquerschnitt kompensiert werden. Es wird jedoch eine sorgfältige Prüfung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses einer solchen Lösung empfohlen. Ausserdem sollte berücksichtigt werden, dass die Längenbeschränkungen für die Klassen E und F viel schwerwiegender sind als für PoEplus und die einsetzbare Link-Länge begrenzen können.

In jedem Fall müssen bei der Planung einer Installation für PoEplus die Folgen der Wärmeableitung sowohl im Kabel als auch in der Umgebung in besonderem Masse berücksichtigt werden; dies gilt unabhängig vom verwendeten Kabel.

## 6. Hinweis zum Steckverbinder

R&M hat die Auswirkungen von PoE auf den Steckverbinder untersucht, insbesondere die Beschädigung durch Funkenbildung, die beim Trennen einer stromführenden Leitung entstehen kann. Zudem war R&M Mitautor eines technischen Berichts zu diesem Thema, den IEC SC48B unter dem Titel „The effects of engaging and separating under electrical load on connector interfaces used in Power-over-Ethernet (PoE) applications“ veröffentlichen wird.

In diesem Dokument wurde das Konzept des nominalen Kontaktbereichs eingeführt. Während des Steckvorgangs verschiebt sich der Kontaktpunkt zwischen A (Stecker) und B (Buchse) entlang der Oberfläche der Kontakte vom ersten Kontaktpunkt (Verbindungs-/Trennungsbereich) zum Endkontaktpunkt (nominaler Kontaktbereich). Diese beiden Bereiche sind durch die Schleifzone getrennt (Abbildung 3).

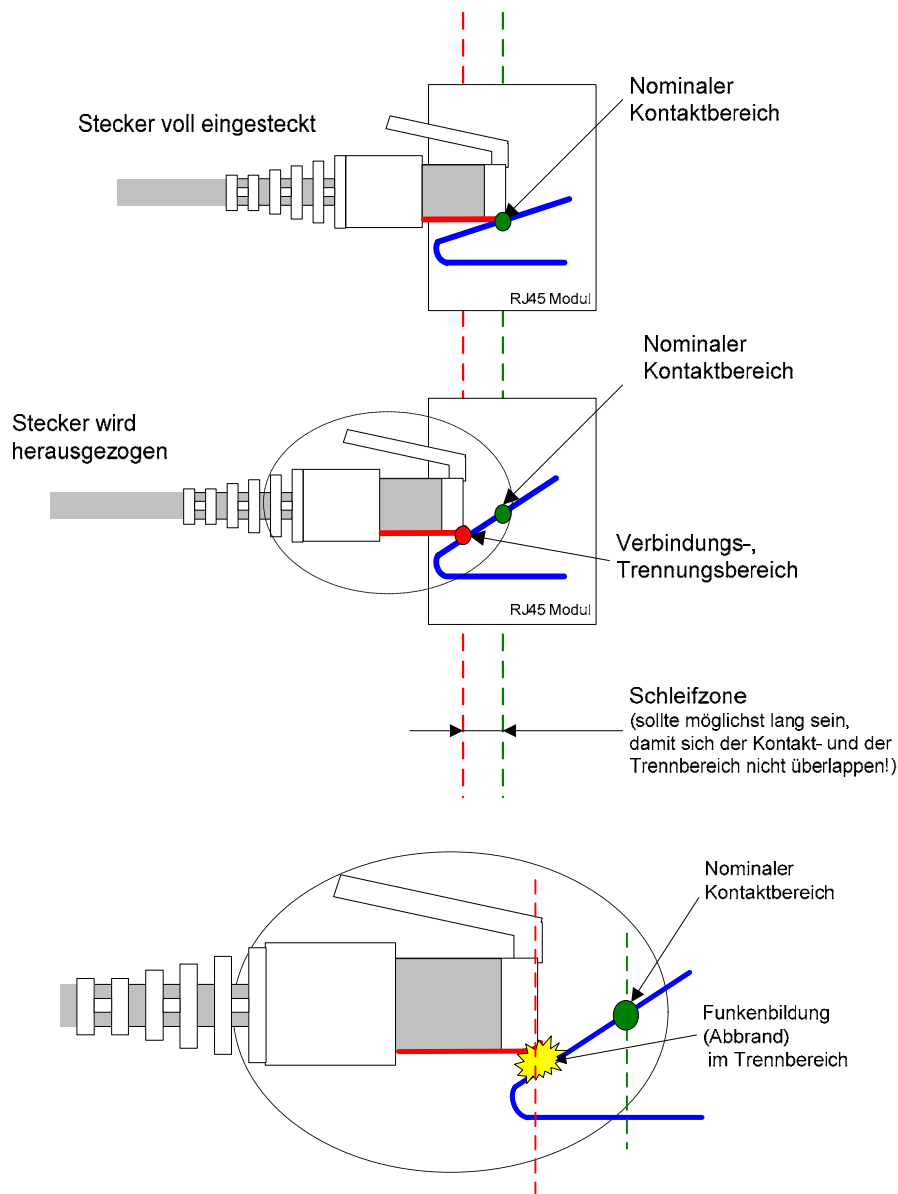


Abbildung 4: Darstellung des Konzepts des nominalen Kontaktbereichs.

Die Untersuchungen zeigten: Das Design von modularen Steckverbindern, das im Standard IEC 60603 beschrieben wird, stellt herkömmlicherweise sicher, dass die Zone, in der der Kontakt unterbrochen wird und Funkenbildung entstehen kann, von der Zone getrennt ist, in der der Kontakt zwischen Stecker und Buchse bei normalem Betrieb hergestellt wird (nominaler Kontaktbereich).

Das Bild links (Abbildung 5) zeigt den Fall eines guten Kontaktdesigns, bei dem sich die Beschädigung nicht auf die Kontaktzone auswirkt (R&M). Das Bild rechts (Abbildung 6) zeigt ein schlechtes Kontaktdesign, bei dem sich die beiden Bereiche „Nominaler Kontaktbereich und Verbindungs- Trennungsbereich“ überlappen und so die Kontakte im Kontaktbereich durch Funkenbildung beim Ein- bzw. Ausstecken beschädigt werden können.

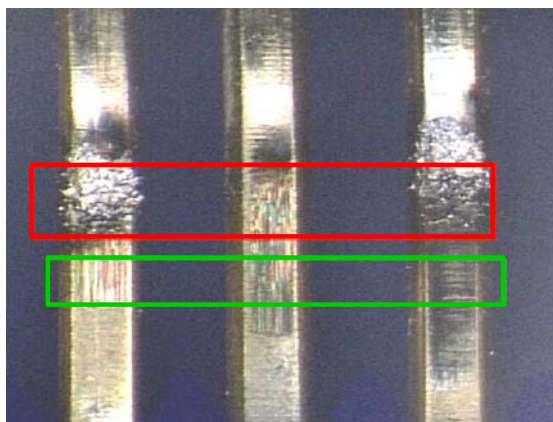


Abbildung 5: Gutes Kontaktdesign (R&M Modul)

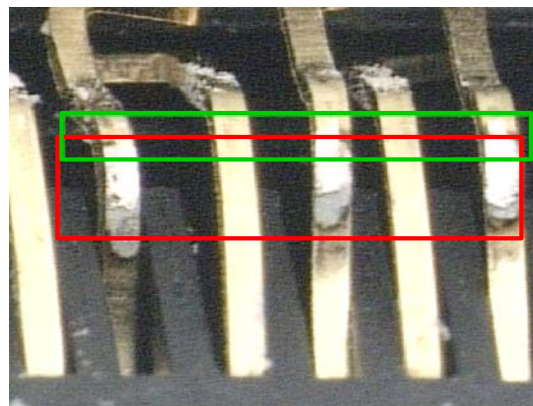
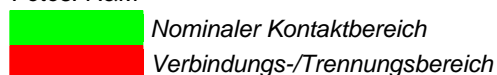


Abbildung 6: Schlechtes Kontaktdesign wegen Überlappung der beiden Bereiche (Nominaler Kontakt- und Verbindungs-/ Trennungsbereich)

Fotos: R&M



Die erhöhte Leistung von PoEplus kann einen stärkeren Funken bei der Trennung verursachen, wodurch dieses Problem noch vergrößert wird. Hinzu kommt, dass mit der neuen Verbindungshardware der Kategorien 6A, 6A, 7 und 7A das Kontaktdesign möglicherweise signifikant von den herkömmlichen Designs abweicht und deshalb durch die elektrischen Entladungen betroffen ist.

Leider haben die Standardisierungsgremien dieses Problem noch nicht ausreichend berücksichtigt. Testmethoden und Spezifikationen zur Sicherstellung, dass Verbindungshardware die Anforderungen von PoEplus erfüllen wird, sind noch nicht verabschiedet.

Bis heute konzentrieren sich die Bemühungen sowohl in den IEEE- als auch den ISO/IEC-Gremien hauptsächlich auf die Festlegung der Grenzwerte für die Kabelerwärmung. Solange nicht auch die Verbindungshardware einbezogen wird, ist eine Garantie der PoEplus-Unterstützung für ein Verkabelungssystem verfrüht.

R&M wird sich in den zuständigen Gremien für Verkabelungsstandards weiterhin für eine Lösung dieses Problems einsetzen und seine Kunden informieren, sobald neue Informationen verfügbar sind.

## 7. Schlussfolgerungen

Der bisherige Erfolg von PoE und die Nachfrage nach PoEplus zeigen, dass diese Technik auf einen Bedarf im Markt getroffen ist, der weiter steigen und sich ausdehnen wird. Es gibt viele Sachverhalte, die bei der Implementierung dieser Technik zu berücksichtigen sind, einschliesslich Energieversorgung und -sicherung im Rack sowie Bewältigung der zusätzlichen Wärme, die dort durch den Einsatz von PoEplus-fähigen Switches entsteht.

Auch über das Verkabelungssystem muss sorgfältig nachgedacht werden. Es wurden grosse Anstrengungen unternommen, um die Auswirkungen der erhöhten Wärme in der Verkabelung zu untersuchen. Wie wir gesehen haben, kann die Kombination aus hoher Umgebungswärme und den Auswirkungen von PoEplus zu Längenbegrenzungen für alle Verkabelungstypen führen. Kunden sind deshalb aufgefordert, die Verkabelung entsprechend ihren Anwendung und Anforderungen auszuwählen, nachdem Sie die bereitgestellten Spezifikationen und Richtlinien geprüft haben.

Ebenso grosse Anstrengungen sind erforderlich, um die Auswirkungen bei einer Trennung stromführender Verbindungshardware zu untersuchen. Leider wurde diese Arbeit bis heute nicht von den Standardisierungsgremien geleistet, sodass es keine Spezifikationen oder Testmethoden zur Gewährleistung der Kompatibilität mit dem kommenden PoEplus-Standard gibt.

## 8. Quellen und weitere Informationen

- IEEE 802.3af
- IEEE 802.3at
- Weitere Informationen zu R&M-Produkten und -Lösungen finden Sie auf unserer Website:  
[www.rdm.com](http://www.rdm.com)