



APPLICATION NOTE

SINGLE-PAIR-ETHERNET - PRÜFUNG

VERKABELUNGSTEST HINTERGRUND

Messungen mit einem Zertifizierer (auch bekannt als CAT-Tester oder Kabeltester) nach der Installation der Verkabelung und auch nach Umzügen, Hinzufügungen und Änderungen der Verkabelung ist ein bewährtes Mittel, um sicherzustellen, dass die Verkabelung tatsächlich die Leistungsanforderungen für eine bestimmte Anwendung erfüllt. Testberichte aus diesen Messungen dienen dem Installateur oder Anlagentechniker, der diese Verkabelung installiert, den Prüfern, Benutzern und Eigentümern dieser Verkabelung als Dokumentation der Qualität der installierten Verkabelung.

Darüber hinaus tragen Messungen mit einem Zertifizierer dazu bei, Ausfallzeiten aufgrund von Schäden an der Verkabelung drastisch zu reduzieren, da diese Schäden mit einem Zertifizierer in der Regel viel schneller gefunden werden können als mit jeder anderen Methode. Dies gilt sowohl für Büroumgebungen als auch für industrielle Anwendungen.

In industriellen Umgebungen wird immer mehr Ethernet als dominierendes Protokoll zur Verbindung aller Arten von Geräten verwendet. Ethernet hat den Vorteil, dass es ein gemeinsames Protokoll ist, das die Interoperabilität von Geräten wesentlich erleichtert. Andererseits stellt Ethernet in der Regel höhere HF-Anforderungen (Funkfrequenz) an die Verkabelungshardware als viele der älteren Protokolle, was wiederum Messungen mit einem Zertifizierer immer wichtiger macht.

Typischerweise besteht eine Kupfer-Ethernet-Verkabelung aus 2 oder 4 verdrehten Paaren und optional einer oder mehreren Abschirmungen in Form von Folien oder Geflechten.



Da Single Pair Ethernet (SPE) nur ein Paar und optionale Abschirmungen benötigt, könnte man jetzt davon ausgehen, dass in Bezug auf die Verkabelungsleistung nicht allzu viel schief gehen kann, da der Aufbau der Verkabelung so viel einfacher ist als die "klassische" 2- oder 4-Paar-Verkabelung.

Der folgende Artikel beleuchtet Messungen an SPE-Verkabelungen und zeigt auf, warum auch bei SPE-Verkabelungen Verkabelungsmessungen ein wichtiges Hilfsmittel sind, um die Einhaltung von Standards UND die Funktionsfähigkeit des Netzwerkes sicherzustellen.

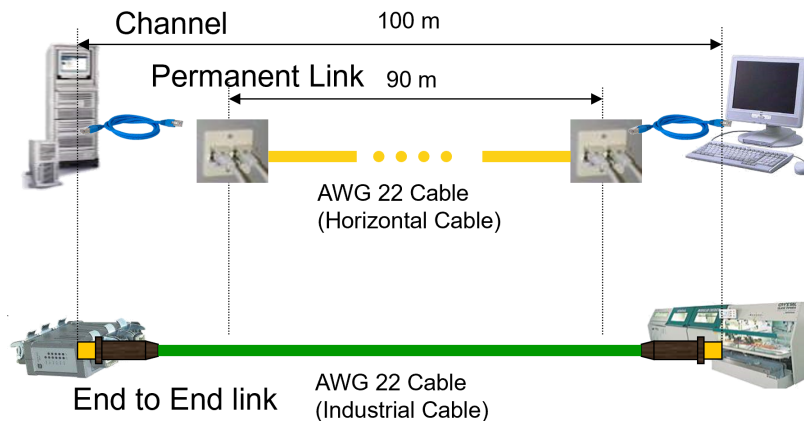
INTERAKTION ZWISCHEN VERKABELUNGS- UND MESS-NORMEN

Generische Verkabelungsstandards wie ISO/IEC 11801-1 und ANSI/TIA 568 oder industrielle Verkabelungsstandards wie ISO/IEC 11801-3, IEC 14763-4 und ANSI/TIA 1005 definieren alle physikalischen Eigenschaften der Verkabelung. Für Messungen verweisen die oben genannten Normen auf einen separaten Satz von Normen, die definieren, wie die oben genannten Verkabelungen im Labor und vor Ort gemessen werden.

Auf internationaler Ebene sind "klassische" 2- und 4-Paar-Messungen bis 2000 MHz in IEC 61935-1 für Verkabelung und IEC 61935-2 für Patchkabel gut definiert. Mit TIA 1183 und 1152 definierte die TIA einen ähnlichen Anforderungskatalog für die oben genannten ANSI/TIA-Normen.

MESSUNG DER "KLASSISCHEN" TWISTED-PAIR-VERKABELUNG

Kabelzertifizierer sind in der Lage, in verschiedenen Modi zu messen, je nach den Erfordernissen einer bestimmten Anwendung.



PERMANENT LINK

Mit "permanent Link" ist die in einem Gebäude dauerhaft installierte Verbindung gemeint. Permanente Verbindungen bestehen aus einem Kabel mit Buchsen an beiden Enden und einem optionalen "Consolidation Point", der im Grunde ein Verlängerungskabel mit einem Stecker an einem Ende und einer Buchse am anderen Ende ist. Beide Konfigurationen enthalten keine Verbindungs-Patchkabel. Um sicherzustellen, dass die erste und letzte Buchse korrekt installiert ist, müssen die Tester diese in die Messung mit einbeziehen, aber auch die restlichen Messkabel ausblenden (siehe Bild oben). Die "Testebene" markiert, wo die Messung beginnt und endet.

KANAL

In der "Kanal"-Konfiguration messen die Zertifizierer die gesamte Verkabelung einschließlich aller verbindenden Patchkabel.

Es ist zu beachten, dass das Kanal-Setup die Messung des ersten und des letzten Verbinders nicht beinhaltet. Da Messungen nur eine vollständige Verbindung von Stecker und Buchse umfassen können und die erste und letzte Buchse unbekannt ist, müssen die Tester diese Verbindungen ausblenden. Siehe Bild, Kanal der Testebene.



E2E-VERBINDUNG

Die Ende-zu-Ende-Verkabelung (E2E) ist eine spezielle Verkabelungsvariante, die hauptsächlich in industriellen Umgebungen eingesetzt wird. Die E2E-Verkabelung hat Stecker an beiden Enden der Verkabelung. Eine E2E-Verkabelung kann aus nur einem Kabel mit Steckern an beiden Enden bestehen, kann aber auch bis zu 5 Verkabelungssegmente umfassen.

Die Tester müssen sicherstellen, dass auch der erste und letzte Stecker dieser Konfiguration gemessen wird.

Beachten Sie, dass Tester, die nur Kanal- oder Permanent-Link-Konfigurationen unterstützen, nicht für E2E-Verkabelungen verwendet werden können, da sie nicht sicherstellen können, dass der erste und letzte Steckverbinder ordnungsgemäß gemäß den Standards gemessen wird.

ANPASSUNG VON 4-PAAR- ZU 1-PAAR-MESSUNG

- IST 1-PAAR-VERKABELUNG "EINFACHER" ZU MESSEN?

In gewisser Weise ist eine ein-Paar-Verkabelung in der Tat einfacher zu messen als eine Zwei- oder Vier-Paar-Verkabelung, da es keine Wechselwirkung zwischen den Paaren gibt, wenn nur eine Strecke gemessen werden muss.

Andererseits stellt die SPE-Verkabelung die Verkabelungsmessung vor neue Herausforderungen, da es eine Vielzahl unterschiedlicher SPE-Varianten mit sehr unterschiedlichen Anforderungen gibt und die Industrieverkabelung zusätzlich wesentlich



höhere Anforderungen an die Verkabelung hinsichtlich der Immunität gegen elektromagnetische Störungen stellen kann.

Während die Komponenten- und Verkabelungsstandards für SPE bereits ratifiziert sind oder kurz vor der Ratifizierung stehen, befinden sich die Messstandards für SPE noch am Anfang ihrer Entwicklungsphase.

Dies ist ein typischer Ansatz, da zunächst die endgültigen Leistungsanforderungen an die Verkabelung festgelegt werden müssen, bevor mit der Definition von insbesondere Feldmessmethoden begonnen werden kann.

Die Normengruppe IEC TC 46 WG 9 startete im Herbst 2019 ein neues Projekt für SPE-Labor- und Feldmesstechnik. Die TIA startete ein ähnliches Projekt in der TIA TR 47 bereits im Sommer 2019.

WELCHE PARAMETER MÜSSEN FÜR EINE SPEZIELLE VERKABELUNG IM FELD GETESTET WERDEN?

Die Antwort auf diese Frage ist zum jetzigen Zeitpunkt (Dezember 2020) noch nicht zu 100% klar. Was wann gemessen werden muss, hängt stark von Umwelbedingungen ab, insbesondere in industriellen Umgebungen. Normen definieren diese Umgebungen in MICE-Klassen.

MICE steht für:

Mechanische Spezifikationen: Anforderungen an die Robustheit eines Verkabelungssystems



Eindringspezifikation: Partikel-, Staub- und Wasserdichtheitsanforderungen

Chemische Spezifikationen: Anforderungen an die Anfälligkeit gegenüber Chemikalien wie Salz, Öle oder Säuren

Elektromagnetische Spezifikationen: Anforderungen an die Störanfälligkeit gegen elektromagnetische Interferenzen (EMI)

Die MICE-Klassen reichen von 1 bis 3, wobei:

- 1 steht für niedrige Anforderungen, z.B. innerhalb "normaler" Gebäude
- 2 steht für "milde" Anforderungen, z.B. außerhalb von Gebäuden, Leichtindustrie
- 3 steht für "harte" Anforderungen, z.B. in der Schwerindustrie

Produkte können unterschiedliche Bewertungen für jeden Teil der MICE-Klassifikation haben, z.B. M₂I₃C₃E₁

Aus der Sicht der Messung sind nur 2 der 4 Parameter interessant.

- 1) Das "M" kann Einfluss auf die Anpassung an das Messgerät haben, da sich die Anschlüsse für M₁ von den Anschlüssen für M₂ oder M₃ unterscheiden können. Daher ist es wichtig zu wissen, ob mechanisch kompatible Messadapter für ein Handtestgerät verfügbar sind. Wenn z. B. ein Tester keine Adaption an M12-Systeme für M₃ hat, kann es schwierig oder unmöglich sein, eine Verbindung mit diesen Komponenten zu messen.
- 2) Da die Verkabelung mehr (E₃) oder weniger (E₁) gegen elektromagnetische Interferenzen (EMI) geschützt sein muss, ist das "E" aus messtechnischer Sicht der kritischste Parameter in Bezug auf das, was gemessen werden muss.

Für E₁-Umgebungen ist die Frage, "was gemessen werden muss", nach dem derzeitigen Stand (Dezember 2020) in den Normenausschüssen mit Ausnahme von Alien Crosstalk- siehe Tabellen unten - ziemlich klar.

Für E₂- und E₃-Umgebungen sind heute noch viele Fragen offen, wie die Anfälligkeit gegenüber EMI tatsächlich gemessen werden kann. TCL (siehe Tabelle unten) ist ein potenzieller Kandidat, es gibt jedoch noch offene Fragen zu Messungen an abgeschirmten Kabeln. Es gibt auch einige Labormessungen wie Kopplungsdämpfung (siehe Tabelle unten), aber diese Tests können nicht mit vertretbarem Aufwand auf Feldbedingungen angewandt werden.

Während in verschiedenen Normengruppen noch Diskussionen darüber geführt werden, was gemessen werden muss, um den Anforderungen von MICE-Klassen gerecht zu werden, müssen auch die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

1) Fernspeisung

Wenn eine Fernspeisung erforderlich ist, ist der Gleichstromwiderstand der Drähte aufgrund der möglichen Erwärmung in der Verkabelung ebenso wichtig wie die schiere Tatsache, ob diese Verkabelung überhaupt in der Lage ist, die erforderliche Leistung zu übertragen. 2- und 4-Paar-Verkabelung hat aus messtechnischer Sicht sehr klare Anforderungen. Während es völlig ausreichend ist, nur den DC-Schleifenwiderstand zu messen, wenn die Verkabelung nur für "normale" PoE bis 15 W verwendet wird, muss die DC-Widerstandsunsymmetrie (DCRU) (siehe auch Tabelle unten) gemessen werden, wenn 4PPoE bis zu 60 oder 90 W verwendet werden. Wenn solch hohe Leistung durch relativ dünne LAN-Kabel gesendet wird, ist es wichtig, dass alle Drähte einen ähnlichen Widerstand haben, um eine Erwärmung einzelner Drähte oder Pins zu vermeiden.

Mit "Power over Data Line" (PoDL) wird die SPE-Verkabelung ihre eigenen Definitionen für die Fernspeisung haben. Kurz gesagt, wird PoDL mehrere Klassen für die Fernspeisung mit bis zu 50 W bieten.

Beim derzeitigen Stand (Dezember 2020) ist unklar, welche Gleichstromwiderstandsparameter gemessen werden müssen. Die Gleichstromschleifenmessung ist zwar möglich, aber es ist noch nicht klar, ob diese Messung ausreichend ist, da die Schleifenmessung nicht zwischen den Widerständen einzelner Drähte unterscheiden kann. Eine Gleichstromwiderstands-Unsymmetrie (DCRU)-Messung wäre theoretisch bei geschirmten Verkabelungen möglich, würde aber bei UTP-Verkabelungen einfach nicht funktionieren da DCRU die Messung des Widerstandes eines einzelnen Drahtes darstellt. Bei einer STP-Verkabelung könnte die Abschirmung als Rückweg zwischen dem lokalen und dem entfernten Tester verwendet werden. Bei UTP-Verkabelung gibt es keinen Rückpfad.

2) Fremdnahnebensprechdämpfung (Alien Crosstalk oder AXT)

Alien Crosstalk definiert das Übersprechen zwischen verschiedenen Links. Für 2- oder 4-Paar-Verkabelungen sind Alien Crosstalk-Messungen definiert und können mit relativ hohem Aufwand im Feld gemessen werden. Benutzer müssen eine bestimmte Anzahl von Links in einem Netzwerk als "gestörte" Links auswählen, die gegen AXT getestet werden sollen. Einer nach dem anderen werden die "gestörten" Links in dieser Installation dann gegen alle benachbarten Links zu dem gestörten Link, der getestet werden soll, getestet. Zum Glück für die Installateure muss der AXT nicht im Feld gemessen werden, wenn der Hersteller des Verkabelungssystems die Konformität der Kopplungsdämpfung im Labor nachweisen kann. In der realen Welt ist dies also kein Problem für geschirmte Verkabelung, kann aber zu einem Problem für ungeschirmte Verkabelung werden. Die Hersteller von ungeschirmten Systemen garantieren oft nur die Leistung von AXT.



Dieses Szenario gilt auch für die SPE-Verkabelung. Es gibt jedoch auch ein zusätzliches Szenario "Cable Sharing", das messtechnisch noch nicht definiert ist. Eine interessante Verkabelungskonfiguration für Büros ist, dass bis zu einem Konsolidierungspunkt in einem Raum eine normale 4-Paar-Verkabelung verwendet wird. Vom Konsolidierungspunkt aus könnte eine SPE-Verkabelung für den Anschluss von Geräten verwendet werden.

Jede SPE-Verbindung ist anfällig für AXT innerhalb des 4-Paar-Kabelsegments sowie für AXT zwischen anderen SPE-Kabeln und anderen 4-Paar-Kabeln.

Die nachstehende Tabelle enthält einen kurzen Vergleich zwischen klassischen 2- oder 4-Paar-Verkabelungstests und SPE-Verkabelungstests.



Ausgabe	Test	2- oder 4-Paar Verkabelung	SPE-Verkabelung	Anmerkungen
Konnektivität	Belegungsübersicht	✓	✓	
	Widerstand der DC-Schleife	✓	✓	Hohe DC-Schleifenwiderstandswerte dämpfen Ethernet-Signale. Der Wert ist auch für Fernspeisungsanwendungen wie PoE und PoDL wichtig. PoE oder PoDL funktionieren nicht, wenn die zu testende Verbindung zu hohe Werte aufweist. Dieser Wert wird nur von einer Seite des Links aus gemessen.
	DC-Widerstandsunsymmetrie (DCRU)	Optional		DCRU misst den Widerstand einzelner Drähte, was für 4PPoE-Anwendungen bis zu 90 W wichtig ist. Wenn der Gleichstromwiderstand einzelner Drähte zu stark abweicht, erwärmt sich eine Verbindung zu stark, wenn 60 oder 90 W angelegt werden. Dieser Wert wird nur von einer Seite des Links aus gemessen.
Kabel-Leistung	Einfügungsdämpfung	✓	✓	Eine hohe Einfügedämpfung reduziert die Signalstärke eines Ethernet-Signals. Dieser Wert wird nur von einer Seite des Links aus gemessen.



Ausgabe	Test	2- oder 4-Paar Verkabelung	SPE-Verkabelung	Anmerkungen
Kabel- und Steckerleistung	Rückflußdämpfung	✓	✓	Schlechte Verbindungen oder Beschädigungen des Kabels können Signalreflexionen verursachen, die Ethernet-Signale verzerren. Je höher die Rückflusssdämpfungswerte einer Verbindung sind, desto weniger Reflexionen werden an der zu testenden Verbindung gemessen. Dieser Wert wird von beiden Seiten des Links gemessen.
Hauptsächlich Stecker- und Steckdosenleistung, aber auch Kabelleistung	Nahnebensprechdämpfung (NEXT)	✓		Übersprechen wird hauptsächlich durch Verbindungen, aber auch durch Kabel geringer Qualität erzeugt. Zu viel Übersprechen kann Ethernet-Signale verzerren. Dieser Wert wird von beiden Seiten des Links gemessen.
Link-Leistung	Dämpfungs-Nahnebensprechdämpfungsverhältnis ACR-N	✓		ACR-N beschreibt im Wesentlichen den verbleibenden lesbaren Ethernet-Signalpegel auf einer Seite der Verbindung. Dieser Wert wird von einer der beiden Seiten des Links gemessen.
Link-Leistung	Dämpfungs-Fernnebensprechdämpfungsverhältnis ACR-F	✓		ACR-F beschreibt im Wesentlichen den verbleibenden lesbaren Ethernet-Signalpegel auf der gegenüberliegenden Seite der Verbindung. Dieser Wert wird von einer der beiden Seiten des Links gemessen.



Ausgabe	Test	2- oder 4-Paar Verkabelung	SPE-Verkabelung	Anmerkungen
Link-Leistung	Leistungs- summe NEXT, ACR-N und ACR-F	✓		Diese Werte gelten nur für eine 4-Paar-Verkabelung und sind für alle Ethernet-Geschwindigkeiten ab 1Gbit/s aufwärts interessant. Während NEXT, ACR-N und ACR-F nur den Einfluss zwischen 2 Paaren messen, messen die Power Sum-Werte den Einfluss von 3 Paaren auf ein Paar. Diese Werte werden normalerweise nicht wirklich gemessen, sondern von Testgeräten berechnet.
Störung zwischen Verbindungen	Fremdnah- nebensprech- dämpfung (AXT)	✓	?	AXT beschreibt die Interferenzen zwischen Links, die sich im selben Bündel oder am selben Panel befinden. AXT-Messungen sind nur erforderlich, wenn die Werte der Kopplungsdämpfung unter einem bestimmten Kriterium liegen. AXT-Messungen sind extrem zeitaufwendig und im Feld nur schwer zu erreichen.
EMI	Transversaler Umwandlungs- verlust TCL, ELTCTL	Optional	?	TCL ist eine ähnliche Messung wie die Rückflussdämpfung, misst aber das Gleichtaktsignal, das zu den Sendern zurückreflektiert wird. TCL ist ein Indikator für ungeschirmte Kabel, wie widerstandsfähig die Verkabelung gegen externe Störungen ist. Es gibt noch offene Fragen zu TCL bei geschirmten Kabeln.
	Kopplungs- dämpfung CA, Abschirmungs- dämpfung	Nur Labor	Nur Labor	CA kann effektiv nur in Labors gemessen werden. CA misst direkt die Immunität der Verkabelung gegen externe Störungen.

Tabelle 1: Vergleich der klassischen 2- oder 4-Paar-Verkabelungstests mit SPE-Verkabelungstests

GENAUIGKEITEN FÜR FELDMESSGERÄTE

IEC 61935-1 definiert nicht nur, wie zu messen ist, sondern auch, welche Genauigkeiten sowohl für Labor- als auch für Feldmessungen erforderlich sind.

Die Messgenauigkeit für "traditionelle" 2- oder 4-Paar-Verkabelung wird analog zu den Verkabelungsklassen in ISO in Stufen definiert.

Die nachstehende Tabelle gibt eine Zusammenfassung der aktuellen Genauigkeitsstufen gemäß IEC 61935-1 ed. 5:

Ebene	Frequenzbereich [MHz]	Entsprechende ISO-Verkabelungsklasse
IIe	1-100	Bis zu D
III	1-250	Bis zu E
IIIe	1-500	Bis zu EA
IV	1-600	Bis zu F
V	1-1000	Bis zu FA
VI	1-2000	Bis zu I und II

Tabelle 2: Genauigkeitsstufen nach IEC 61935-1 ed.5

Die neuen Einzelpaar-Verkabelungsklassen gemäß der geplanten Änderung für ISO/IEC 11801 werden durch Mindestlänge und unterstützten Frequenzbereich definiert:

Hinweis: Die Werte in der untenstehenden Tabelle stammen alle aus einem Dokumententwurf - sie sind noch nicht festgelegt und können sich noch ändern!

Klasse	Frequenzbereich [MHz]	Minimale Länge [m]
T1-A-100	0.1 – 20	100
T1-A-250	0.1 – 20	250

T1-A-400	0.1 – 20	400
T1-A-1000	0.1 – 20	1000
T1-B	0.1 – 600	
T1-C	1 - 1250	

Tabelle 3: SPE-Verkabelungsklassen

Tabelle 2 zeigt bereits, dass diese Genauigkeitsstufen aus 3 Gründen nicht für eine SPE-Verkabelung nach ISO/IEC 11801 geeignet sind:

A: Es fehlt der Frequenzbereich von 100 kHz bis 1 MHz. Es fehlen "nur" 900 kHz, so dass man sagen könnte, dass dies wirklich nicht viel ist. Aber bei den Funkfrequenzen ist das eigentlich eine weitere Dekade, das abgedeckt werden muss. Bei solchen Frequenzen wird ein interessantes Thema sein, dass die Wellenlänge eines 100-kHz-Signals in einem Kupferkabel (abhängig vom NVP-Wert dieses Kabels) etwa 2,5 km beträgt. Studien werden zeigen müssen, welche Rückflussdämpfungsgenauigkeiten überhaupt erreicht werden können, wenn eine Verbindung von beispielsweise 100 Metern Länge mit einem Signal von 2,5 km Wellenlänge gemessen wird.

B: Alle aktuellen Genauigkeitsstufen enthalten viele interne Parameter für Feldtester. Einige dieser Parameter sind möglicherweise nicht einmal für ein Gerät erforderlich, das für SPE-Tests bestimmt ist.

C: Obige Genauigkeitsstufen von IEC 61935-1 gelten nur für das Gerät, die permanente Verbindung, den Kanal und die Ende-zu-Ende-Verbindung, die alle Punkt-zu-Punkt-Konfigurationen sind. Neue IEEE802.3-Projekte arbeiten auch an Punkt-zu-Mehrpunkt-Konfigurationen. Das Testen solcher Busstrukturen war nie Gegenstand der IEC 61935-1, so dass, sobald die Busverkabelung auch in der ISO/IEC 11801-Verkabelungsnorm vorkommt, auch die Auswirkungen auf Feldtester und Genauigkeiten untersucht werden müssen.

Die IEC-Arbeitsgruppe TC46 WG9 startete daher vor kurzem ein neues Projekt zur Entwicklung einer eigenen Prüfspezifikation auf der Grundlage von IEC 61935-1 für SPE-Verkabelung. Diese neue Spezifikation wird eine neue Norm innerhalb der IEC 61935-Reihe werden.

Gegenwärtig (Winter 2020) befindet sich diese Arbeit noch im Anfangsstadium. Da noch eine ganze Reihe offener Fragen diskutiert und geklärt werden müssen, wird es höchstwahrscheinlich 2+ Jahre dauern, bis ein ausgereifter Standard zur Verfügung stehen wird.

AKTUELLER STAND DER SPE-FELD-TESTS

Die Firmen HARTINTG und Softing kooperieren bei Prüfadaptern für die Steckverbinder der Serie IEC 63171-6. Erste Prototypen der Adapter sind auf den folgenden Bildern zu sehen. Die ersten Prototypen verfügen über 4 Single Pair Ports, um auch erste Tests für Alien Crosstalk zu ermöglichen.

In diesem Prototyp-Aufbau sind zwei Messgeräte WireXpert 4500 so konfiguriert, dass sie mit den gezeigten Prototyp-Adaptern arbeiten. Um nur den SPE-Link zu messen, müssen die Geräte beide Adapterkabel ausblenden und die Messung erst kurz vor den 4-Port-Adaptern starten, damit diese in die Messung einbezogen werden. Das Messkabel selbst besteht aus Kat.8.2-Komponenten, so dass diese nur minimalen Einfluss auf die Messung haben.

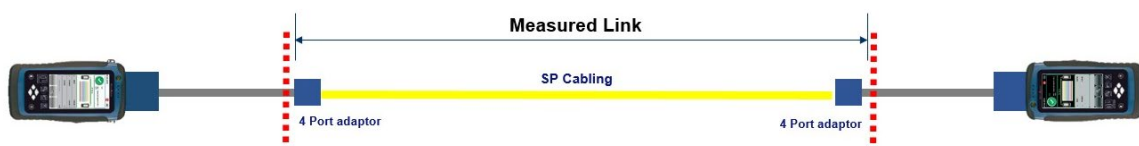


Abbildung 1 Messaufbau



Abbildung 2 WireXpert 4500 mit SPE-Prototyp-Adaptoren



Abbildung 3 4-Port-SP-Prototyp-Adapter für IEC 63171-6-Konnektivität

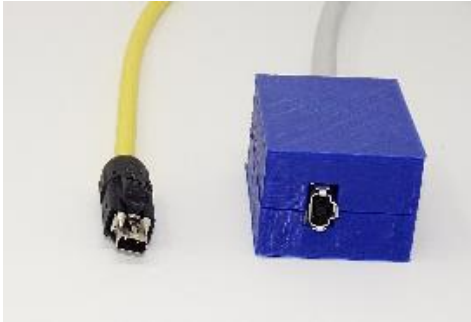


Abbildung 4: 1 Port SP-Prototyp-Adapter für IEC 63171-6-Konnektivität

Softing wird als Herausgeber der neuen Norm innerhalb der IEC TC46 WG9 das durch Labormessungen gewonnene Wissen sowie die oben genannten Feldtest-Prototypen nutzen, um die Entwicklung der neuen Messnorm für SPE-Verkabelung zu unterstützen.

AUSBLICK

Eine Ein-Paar-Verkabelung hat das Potenzial, Ethernet für die Industrie zu revolutionieren, da die Verkabelungskomponenten aufgrund ihrer Einfachheit und Größe den Vorteil haben, Ethernet als gemeinsames Übertragungsprotokoll mit vielen verschiedenen Geschwindigkeiten zu unterstützen und gleichzeitig die Fernspeisung von Geräten zu ermöglichen.

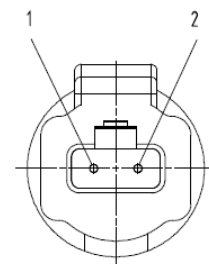
Als vor vielen Jahren der Einsatz von verdrehten Zweidrahtleitungen für die Datenkommunikation zum De-facto-Standard für gewerbliche Gebäude wurde, machten die Qualitätspläne für diese Installationen Tests mit einem Zertifizierer wie der WireXpert-Serie fast zu einem "Muss", um sicherzustellen, dass die installierte Verkabelung die richtige Leistung gemäß den Normen aufweist.

Mit der Weiterentwicklung von Ethernet in der Industrie wird die Kabelzertifizierung auch in industriellen Anwendungen immer wichtiger, und zwar nicht nur bei Erstinstallationen, sondern auch bei Umzügen, Ergänzungen und Änderungen der Verkabelung.

Mit ihrer großen Vielfalt an verschiedenen Verkabelungsoptionen ist die Einzelpaar-Verkabelung in der Tat eine interessante und neue Herausforderung für die Kabelprüfung, um Fragen wie Prüfgenaugkeit und Methoden zur Feststellung der EMV-Konformität vor Ort richtig anzugehen.

ANHANG: DRAHTFARBEN UND PINBELEGUNG

Kontakt	PMA-Signal	PoDL	Farbe der Drähte
1	BI_DA+	PoDL+	Blau
2	BI_DA-	PoDL-	Weiß





INDUSTRIAL
PARTNER
NETWORK

DOKUMENTEN INFORMATIONEN



Dokument: 202012SPEAPPLIKATIONNOTESPETESTINGV10DE.DOCX

Datum: 2020-12-10

Version: 1.0

URHEBERRECHTSHINWEIS

Dieses Dokument ist geistiges Eigentum des SPE Industrial Partner Network e.V., welchem auch das ausschließliche Urheberrecht daran zusteht. Inhaltliche Änderungen, die Vervielfältigung oder der Nachdruck dieses Dokumentes ist nur mit der ausdrücklichen Erlaubnis des SPE Industrial Partner Network e.V. gestattet.

Der SPE Industrial Partner Network e.V. behält sich das Recht vor, dieses Dokument vollständig oder teilweise zu ändern. Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Titelhälter.

KONTAKT

SPE Industrial Partner Network e.V.

Weher Straße 151
D-32369 Rahden

info@single-pair-ethernet.com
www.single-pair-ethernet.com