

Verkabelung

Normen für Installation und Messung

Kategorie 8 in der Diskussion

Power over Ethernet bis 100 Watt

Mit Marktübersicht LWL-Kabel und -Stecker



**Testanlage bei ABB für
USV-Systeme bis 4 MW**
Große Stromversorgungen
unter der Lupe

**Praxistest: Thin Client
Dell Wyse 3040**
Quad-Core-TC
für den Doppelmonit

Sonderdruck für Softing
Normen als
Wegweiser

Nationale und internationale Regelwerke

Normen als Wegweiser



Eine Abnahmemessung ist heute ein wichtiger Bestandteil jedes IT-Infrastrukturprojekts. Damit sie sich reibungsfrei abschließen lässt, ist daher eine Prüfung mit einem Zertifizierer für alle beteiligten Parteien

praktisch unumgänglich. Die Abnahmemessung gibt dem Installateur die Sicherheit, dass sein Produkt „installierte Verkabelung“, für das er die Verantwortung trägt, dem Pflichtenheft entspricht.

Grundlage für Abnahmemessungen bilden weltweit Normenwerke für Einzelkomponenten, Verkabelungen, Installation und Messungen. Normen sind von größter Bedeutung, um die Kompatibilität und Interoperabilität von Verkabelungsprodukten sicherzustellen. Ein Beispiel: Wenn ein Installateur oder Elektrotechniker verschiedene Kategorie-6_A-Produkte von unterschiedlichen Herstellern (Buchsen, Kabel, Patch-Kabel etc.) zusammen verwendet, sollten alle zueinander kompatibel sein und eine Strecke nach DIN EN 50173-1 Klasse E_A ergeben.

Genau dies prüft die Abnahmemessung. Diese Klasse-E_A-Strecke ermöglicht dann Ethernet-Übertragung bis 10 GBit/s. Gäbe es die entsprechenden Normen nicht, müssten Planer und Installateure bei jeder einzelnen Komponente der Verkabelung selbst sicherstellen, dass tatsächlich alle mechanischen, elektrischen und gegebenenfalls auch Umgebungsspezifikationen eine Übertragung bis 10 GBit/s erlauben.

Verkabelungsrelevante Normen legen unter anderem Organisationen wie ISO (International Organization for Standardization) und IEC (International Electrotechnical Commission) fest. Auf europäischer Ebene geschieht dies bei Cenelec (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique) als EN-Norm und auf deutscher Ebene bei der DKE als DIN-EN-Norm. In der Regel werden die meisten Normen auf ISO/IEC-Ebene herausgegeben und viele davon auf europäischer und deutscher Ebene als EN- und DIN-EN-Normen „gespiegelt“.

Nationale Normen enthalten außerdem oft länderspezifische Vorworte oder Anhänge. Es muss zudem nicht unbedingt jede Norm auf EN- oder DIN-EN-Ebene gespiegelt sein. Viele Normengruppen bestehen lediglich nur auf ISO/IEC- und EN-Ebene. Andererseits ist es jedoch auch nicht ausgeschlossen, dass auf Länder- oder Europaebene Normen erscheinen, zu denen es keine internationale Entsprechung gibt. Es empfiehlt sich daher, bei Ausschreibungen auf die genaue Version und Ausgabe der Norm zu achten und den Inhalt der jeweiligen Norm zu prüfen.

Zudem ist noch zwischen einer Norm und einer technischen Regel (Technical Report)

zu unterscheiden. Normen haben dabei grundsätzlich mehr Gewicht als technische Regeln. Letzte können lediglich als Empfehlung für eine spezielle Anwendung gelten. Erwähnenswert ist im Zusammenhang mit Normen auch die amerikanische ANSI/TIA für Produkte und Verkabelungen, die auch in Europa oft auf Produkten zu finden ist. Eine Abnahmemessung in Europa nach einer amerikanischen ANSI/TIA ist in der Regel aber nicht empfehlenswert. Zu beachten ist zudem, dass es nicht „die eine alles umfassende“ Verkabelungsnorm gibt, sondern Normen in verschiedenste Themengruppen aufgeteilt sind. Normen sind keine Gesetze, sondern lediglich definierte Mindestanforderungen, um Produkte oder Prozesse kompatibel zu machen.

Normen werden jedoch rechtlich relevant, sobald sie in Verträgen zitiert werden. Schließen etwa ein Installateur und ein Bauträger einen Vertrag, in dem der Installateur eine Verkabelung gemäß DIN EN 50173-1 Klasse E_A installieren soll, so wird der Leistungsumfang gemäß dieser Klasse rechtlich bindend für den In-

stallateur. „Es ist entscheidend, eine gute Vorkenntnis zu den einzelnen Normen und technischen Regeln sowie den damit verbundenen Vorgaben zu haben. Sonst kann ein Messtechniker auf der Baustelle an den Messungen scheitern, weil die Einstellungen bereits am Gerät falsch sind“, erklärt dazu Alfred Huber, Leiter Technik bei Softing IT Networks.

Themengruppen der verschiedenen Normen

Auf Produktebene gibt es Normen für alle relevanten Komponenten wie etwa Stecker, Buchsen, Kabel oder Verteiler. Auf Verkabelungsebene sind Verkabelungsklassen definiert, die auf den Komponentennormen aufbauen. Die Verkabelungsklassen wiederum unterstützen verschiedene Anwendungen. Ethernet-Anwendungen wie 1 GBit/s Ethernet sind zum Beispiel bei der IEEE definiert.

Wie installiert werden muss, ist in Installationsnormen beschrieben. Wie gemessen werden muss, ist wiederum in separaten Messtechniknormen definiert. Das Schau-

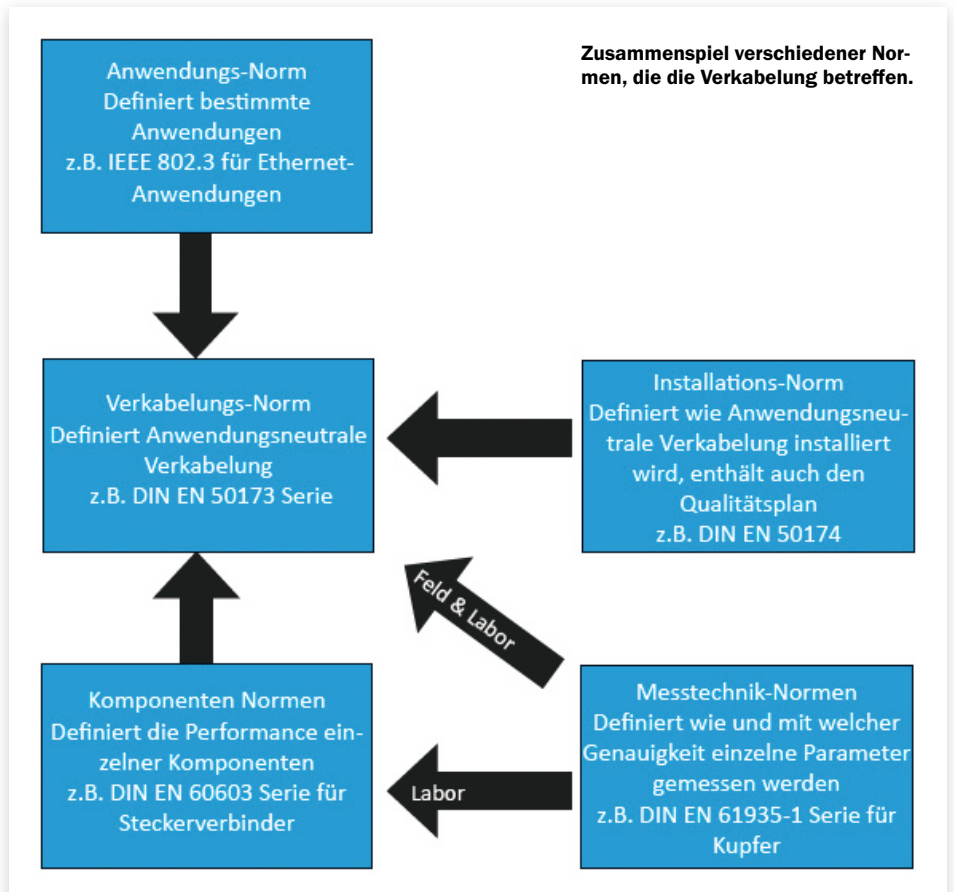


bild links vermittelt einen groben Überblick über den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Normungsthemen.

Aus Sicht der Feldmesstechnik ist der Bereich der Messtechniknormen ausschlaggebend. Dort ist im Detail beschrieben, wie im Labor und im Feld zu messen ist, und zudem spezifiziert, wie genau eine Messung mindestens sein muss, außerdem wie die Genauigkeiten ermittelt werden. Auf der Kupferseite sind die DIN EN 61935-1 für die Messungen an strukturierter Verkabelung und die DIN EN 61935-2 für Messungen an Rangierkabeln ausschlaggebend.

Ist beispielsweise eine Abnahmemessung nach DIN EN 50173-1 Klasse F_A bis 1.000 MHz gefordert, dann muss das Messgerät mindestens der Genauigkeitsstufe V entsprechen. Ein Zertifizierer wie beispielsweise das Gerät Wirexpert 4500 übertrifft die Anforderungen der Stufe VI. Ein Wirexpert 500 oder 500-Plus übertrifft die Genauigkeitsstufe IIIe und lässt sich ebenfalls auf Stufe VI aufrüsten. Dazu ist lediglich ein kostenpflichtiges Upgrade inklusive einer entsprechenden Werkska-

librierung nötig. Solche Geräte sind daher investitionssicher, weil sie oft in einer günstigen Variante angeschafft und später je nach Anforderung aufrüstbar sind.

Die Messtechniknorm DIN EN 61953-1 enthält keine für die Abnahmemessungen relevanten Grenzwerte, sondern messtechnische Toleranzen. Diese erscheinen für den Anwender auf dem Datenblatt der Geräte. Für ihn ist wichtig, dass die Geräte den jeweiligen Genauigkeitsklassen für Kupfermessungen entsprechen.

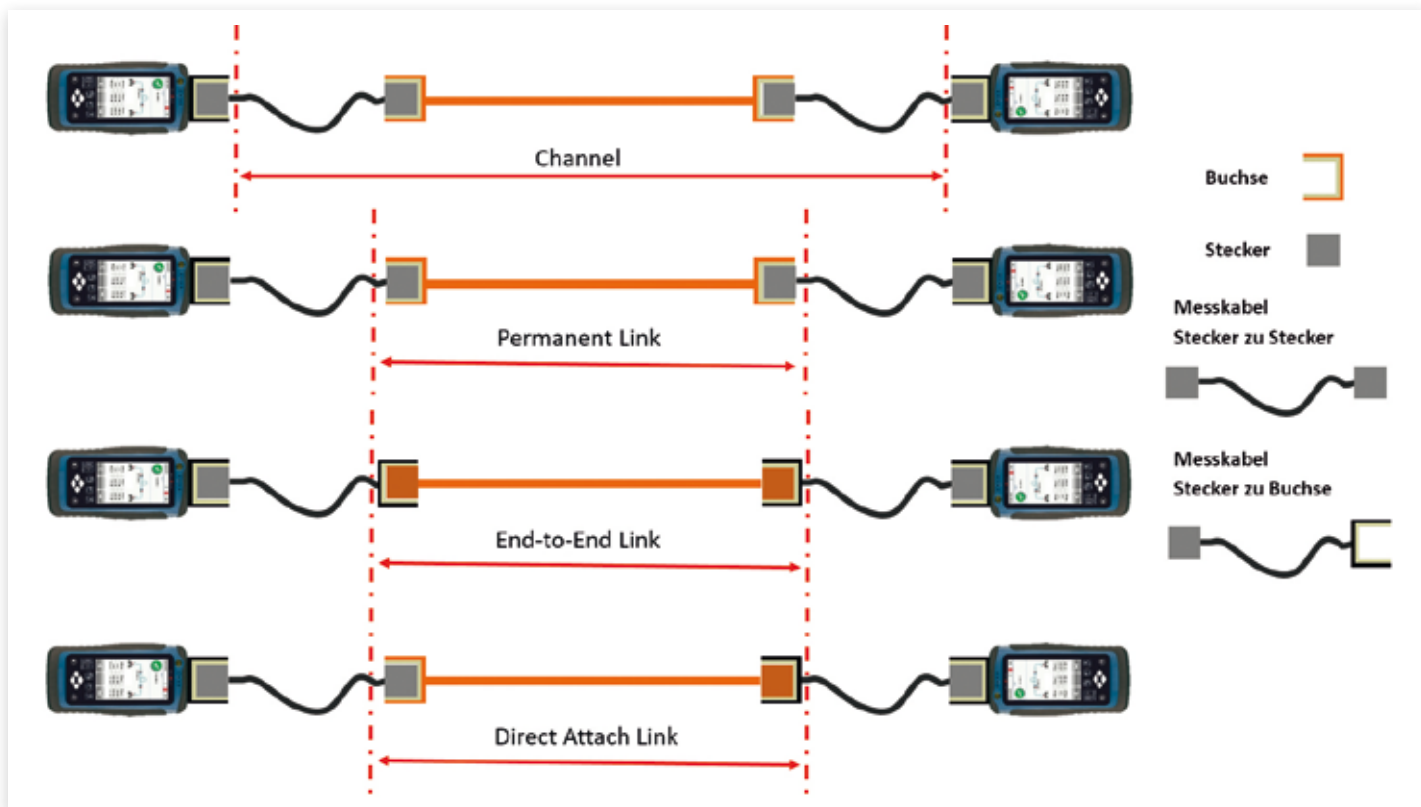
Qualifizieren von Netzwerkverbindungen

In der Praxis erfolgen Zertifizierungen stets dann, wenn alle Komponenten installiert sind und der Endkunde des Projekts Messungen mit einem Zertifizierer wünscht. Es gibt jedoch andere Situationen, bei der Test- und Berichtfunktionen eines Verkabelungs-Qualifizierers zum Einsatz kommen können.

Ein Qualifizierer (Produktbeispiel: Netxpert 1400 von Softing IT Networks) ist ein ebenfalls batteriebetriebenes Messgerät, das im Wesentlichen dieselben Feh-

lersuchfunktionen wie Verkabelungs-/Netzwerktester (Verifizierer) umfasst und dabei jedoch über weitere wichtige Zusatzfunktionen verfügt. Er ist beispielsweise in der Lage, den Betrieb von Gigabit-Ethernet-Verkabelungsstrecken gemäß der Norm IEEE 802.3ab zu prüfen. Diesem Zweck dient der sogenannte Bit-Error-Rate-Test (BERT), ein Datenübertragungstest, bei dem 10 GBit in zehn Sekunden (1 GBit/s) versendet und die Anzahl der Fehler gezählt werden. Anhand der Zählung lässt sich ermitteln, ob der Test bestanden wurde oder nicht. Ein bestandener BERT-Test bedeutet zwar keine Zertifizierung, zeigt jedoch, dass die Übertragungsleistung eines Übertragungskanals der Norm entspricht.

Auf diese Weise qualifizieren Techniker LAN-Verbindungen im Rahmen von Installations-, Fehlersuch- und Reparaturarbeiten. Eine bestandene Qualifizierung kann man als eine Art Vorzertifizierung begreifen. Sie besagt, dass die getesteten Komponenten normkonform funktionieren und weiteren Arbeitsschritten nichts im Weg steht.



Die Installationsstrecke (Permanent Link) und die Übertragungsstrecke (Channel Link) sind die bekannten Konfigurationen. Neu hinzugekommen ist die sogenannte E2E-Streckendefinition (Ende zu Ende; E2E = End-to-End Link) sowie der sogenannte Hybrid-Link (Direkt Attach Link).

Ein Netzwerk-Qualifizierer kostet im Vergleich zu einem Zertifizierer weniger als ein Drittel. Somit ist er für jedes Verkabelungsteam eine sinnvolle Ergänzung der Ausrüstung. Andererseits kostet er doppelt so viel wie ein Verdrahtungstester. Ein Techniker sollte deshalb sicherstellen, dass für jede Aufgabe das richtige Testgerät zum Einsatz kommt und dass alle Mitarbeiter – und auch Kunden – jederzeit über die erforderliche Ausrüstung verfügen.

Für die Abnahmemessung ist wichtig, was in der Messung enthalten ist und was auszublenden ist. Diese Grenzen nennen Insider auch Referenzebenen. Wichtig ist dabei, dass je nach Messart die unerwünschten Anteile wie beispielsweise Steckverbinder oder die Messkabel aus der Messung ausgeblendet werden. Die Installationsstrecke (Permanent Link) und die Übertragungstrecke (Channel Link) sind die beiden bis dato normalerweise verwendeten Konfigurationen. Neu hinzugekommen ist die sogenannte EzE-Streckendefinition (Ende zu Ende; E2E = End-to-End Link) sowie der sogenannte Hybrid-Link (Direkt Attach Link). Diese Messarten werden vor allem dann verlangt, wenn es sich im Automatisierungsumfeld um Maschinenverkabelungen handelt.

Bei der Channel-Link-Messung ist die gesamte Übertragungstrecke gemessen, also die fest installierte Strecke inklusive aller vorhandenen Rangierschnüre (Patch-Kabel). Allerdings darf die Messung den ersten und letzten Stecker der gesamten Übertragungstrecke nach Vorgabe der Normung nicht mitberücksichtigen. Die Rangierschnüre müssen nach der Messung vor Ort bleiben. Werden diese von der Strecke entfernt, ist die Messung nicht mehr gültig.

Das heißt aber auch, dass diese Art der Messung nur dann als Abnahmemessung gelten darf, wenn beim Endanwender alle Rangierschnüre bereits vorhanden und gesteckt sind und nach der Messung gesteckt verbleiben.

Bei der Permanent-Link-Messung darf nur die fest installierte Strecke gemessen werden. Die Messkabel müssen also aus der Messung ausgeblendet sein. Die Messstecker am Ende des Messkabels dagegen in

die Messung einfließen. Die erste und letzte Buchse der Installations-Strecke sind mitzumessen.

Die EzE-Messung erfolgt ähnlich wie eine Permanent-Link-Messung, was heißt, dass sie vor der ersten Steckverbindung beginnt und nach der letzten Steckverbindung endet.

Frequenzbereich	Relevant für DIN EN 50173 Klasse	Genauigkeit nach DIN EN 61935-1
1-100 MHz	D	Ile
1-250 MHz	E	III
1-500 MHz	E _A	IIIe
1-600 MHz	F	IV
1-1.000 MHz	F _A	V
1-2.000 MHz	I UND II (Entwurf)	VI (Entwurf)

Bei allen Messungen ist es wichtig, dass die Geräte den jeweiligen Genauigkeitsklassen entsprechen.

Da die EzE-Strecke definitionsgemäß mit Steckern beginnt und endet, muss das Messgerät die Messung an einer qualifizierten Messbuchse beginnen. Da viele Ende-zu-Ende-Verbindungen an schwer zugänglichen Bereichen enden, zum Beispiel als Anschluss für einen Access Point in der Zwischendecke eines Büros, wird die EzE-Messung etwa mit der Wirexpert-Serie mit speziellen Messadaptern und -kabeln mit entsprechenden qualifizierten Messbuchsen durchgeführt. Diese Messungen erfolgen zum Beispiel im Automatisierungs-Umfeld auch mit M12-D oder -X-codierten Steckverbindern.

Zu messende Parameter

Für die Abnahmemessung wichtig sind die Grenzwerte aus den Verkabelungsnormen, etwa EN50173-1 Klasse E_A. Diese Grenzwerte sind in allen Zertifiziergeräten implementiert. Welche Parameter mit welchem Grenzwert gemessen werden müssen hängt ganz von der jeweiligen Norm und der Leistungsklasse ab.

In der Regel messen die Geräte folgende Parameter:

- Verdrahtungsplan (Wiremap):
grafische Darstellung der Verdrahtung,
- Länge,
- Schleifenwiderstand,
- Laufzeit,

- Laufzeitdifferenz,
- Einfügedämpfung,
- Nahnebensprechen (NEXT),
- Dämpfungsnahnebensprech-Dämpfungs-Verhältnis (ACR-N),
- Dämpfungsfernebensprech-Dämpfungs-Verhältnis (ACR-F),
- Rückflussdämpfung,
- Power-Sum NEXT,
- Power-Sum ACR-N,
- Power-Sum ACR-F und
- in bestimmten Sonderfällen das Fremd-Nebensprechen (Alien-Crosstalk oder Alien-NEXT).

Ausblick

Die zurzeit „schnellste“ Kupfer Verkabelungen bestehen aus Kategorie-8.1- und -8.2-Komponenten und damit verbunden Klasse I und II bis 2.000 MHz. Die Normen für diese Verkabelung und zugehörigen Messungen entstehen soeben. Diese Klassen werden Ethernet-Geschwindigkeiten bis 25 und 40 GBit/s über 30 Meter unterstützen. Eine deutsche Anwendungsregel für Verkabelungen bis 40 GBit/s gibt es übrigens schon seit 2014.

Während die endgültigen Normen für 25 und 40 GBit/s im Entstehen sind, arbeiten die Normengremien schon an neuen Definitionen für 25 GBit/s über mehr als 50 Meter und sogar 50 und 100 GBit/s über Kupfer sind im Gespräch.

Neben der Eigenschaft der Datenübertragung werden moderne Datenverkabelungen zusätzlich immer mehr auch für die Stromversorgung über PoE (Power over Ethernet) verwendet. Das klassische PoE reicht aus, um Energie-sparsame Geräte zu versorgen. Zukünftige PoE+-Varianten werden genügen, um Geräte mit bis zu 90 Watt Leistung zu versorgen. Dies reicht aus, um Laptops, Workstations, Monitore und sogar größere Lichtanlagen mit Energie zu versorgen. Damit wird es in Zukunft möglich sein, energiehungrige Ethernet-basierende Geräte nur noch mit einem Kabel sowohl mit Energie als auch Daten zu versorgen. Konstantin Hüdepohl/jos

Konstantin Hüdepohl ist Produkt- und Normierungs-Manager bei Softing IT Networks, www.softing.com.