



Für jede Aufgabe das richtige Gerät – Verkabelungstestgeräte im Überblick

DIE AUSWAHL DES RICHTIGEN PRÜF-UND MESSGERÄTS Insbesondere bei Kupferkabelnetzen z. B. für die Datenübertragung oder einer Breitbandübertragung (Fernsehen) kommt man bei der Installation und Wartung nicht ohne passende Prüf- und Messtechnik aus. Die Preisspanne dieser Geräte ist sehr groß, deshalb macht es Sinn, zu wissen, welche Geräte wofür eingesetzt werden.

Eine schnelle Internetverbindung, etwa bei der Streaming-Übertragung eines Demovideos während einer Videokonferenz mit einem wichtigen Kunden, ist für viele heute eine Selbstverständlichkeit. Doch Facility-Manager oder Elektroinstallateure wissen, welcher Aufwand im Vorfeld betrieben wurde, um Datenübertragungsraten in dieser Größenordnung zu gewährleisten. Geschwindigkeiten und Bandbreite des Ethernets auf diesem Niveau sind das Ergebnis technischer Innovationen, bei denen die verschiedenen Interaktionen in der physikalischen Schicht und der Datenschicht einer Kabelverbindung intensiviert werden, und zwar in kürzeren Zeiträumen und bei unverändertem Platzbedarf.

Dieses komplizierte Zusammenspiel von Materialien, Signalen und Mathematik ist der Hauptgrund, weshalb die Geräte zum Testen von LAN-Verbindungen mittlerweile so ausgefeilt sind. Die Weiterentwicklung bezieht sich auf viele Aspekte – Typ und Anzahl der Tests, Geschwindigkeit, Ergonomie, Farb-Touchscreen, dokumentenbasierte Berichterstattung – und hat zur Folge, dass die Geräte einigen grundlegenden Kategorien zugeordnet werden können. Dies ist wichtig, weil die Kosten von Testgeräten in hohem Maß von deren Zweck

und Funktionsumfang abhängen. Dies legt wiederum nahe, dass Verkabelungsunternehmen eine Gesamtstrategie für den Einsatz verschiedener Geräte entwickeln, die verhindern soll, dass nicht zu viel oder die notwendigen Mittel für diesen Bereich investiert werden.

Testen von Verkabelungen und Netzwerken

Schauen wir uns die unterschiedlichen Kategorien von Tests und Geräten an. Bei einem der einfachsten Verkabelungstests, dem so



AUF EINEN BLICK

MAN UNTERSCHIEDET ZWISCHEN DREI GERÄTEGRUPPEN: Verdrahtungstester (Verifizierer), Performancetester (Qualifizierer) sowie hochwertige Verkabelungsmessgeräte (Zertifizierer)

WELCHES GERÄT FÜR WELCHE ANWENDUNG? Die Leistungsparameter der Geräte bestimmen ihren Einsatzbereich, Zertifizierer liefern die umfangreichste Aussage über die Verkabelung

ERFAHRUNG IST VORAUSSETZUNG Um mit allen Geräten eine verlässliche Messung zu erhalten und Ergebnisse richtig zu interpretieren, ist Erfahrung erforderlich. Die Gerätehersteller bieten dazu Schulungen an



Quelle: Alle Bilder Softing IT Networks

genannten Wire Mapping (Verdrahtungstest, **Bild 1**), wird ein Testsignal durch die Strecke geschickt, um festzustellen, ob Fehler bzw. Mängel im Auflegen der

◀ **Bild 1:** Wiremapper von Softing

einzelnen Adern vorhanden sind. Diese einfachen Wire-Mapping-Geräte, die auch als Verifizierer oder einfach als Tester bezeichnet werden, sind das Pendant zum Phasenprüfer des Elektroinstallateurs. Solche kleinen Testgeräte können bereits Fehler finden und die Art eines Verdrahtungsproblems signalisieren, aber selten bereits ortsabhängig lokalisieren. Sie können maximal Entfernungen zu offenen Adern ausgeben, aber selten zu Kurzschlüssen. Dies ist bedingt durch die Art der verwendeten Messung. Trotzdem sollte jeder Techniker ein solches Gerät am Gürtel oder in seiner Werkzeugtasche haben.

Verdrahtungstests und viel mehr – Highend-Verifizierer

Ein Verkabelungstestgerät mit einem etwas größeren Funktionsumfang ist in der Lage, mittels der so genannten TDR-Technologie (Time Domain Reflectometry) Fehler in der Verdrahtung zu lokalisieren, sowohl zu offenen, als auch kurzgeschlossenen Stellen. Bei der TDR-Technologie werden Laufzeiten von Signalen gemessen und anhand der reflektierten Signale wird die Kanaltopologie ortsbezogen erfasst. Die Lage des »Events« – vom Einspeisepunkt ausgehend – wird mit einer Laufzeitmessung ermittelt. Hierzu muss vorgegeben werden die Leitungskapazität pro Meter oder die typische Ausbreitungsgeschwindigkeit (verschlüsselt im NVP-Wert, Nominal Velocity of Propagation), die typischerweise beim ca. 0,6- bis 0,8-fachen der Lichtgeschwindigkeit (299,792458 km/s) liegt. Aus der Polarität des reflektierten Signals schließt man auf die Art des erkannten Fehlers oder Ereignisses zurück.

Weiterhin kann man mit diesen Testern auch im Netzwerk befindliche Geräte »anpingen« mittels ICMP (Internet Control Message Protocol) oder auch nach angeschlossenen Geräten mittels NDP (Neighbor Discovery Protocol) suchen und sich ihre IP- und MAC-Adressen anzeigen lassen (**Bild 2**).

Außerdem können sie auch das Vorhandensein des PoE (Power over Ethernet) erkennen und (wichtig!) mit Last beaufschlagen, sofern auf der Gegenseite bereits die aktive Komponente, z.B. ein Switch, angeschlossen ist. Somit erhält man Auskunft über die Möglichkeit an diesen Ports IP-Telefone, Kameras und andere Niederspannungsgeräte zu betreiben.

Mit Prüfgeräten dieser Klasse können Techniker im aktiven Netzwerk eine Fehlersuche durchführen, indem sie konkrete Fehler sowohl in der physikalischen Schicht als

ÜBERBLICK ZU DEN VERSCHIEDENEN MESSGERÄTEN

Gerätegruppe	Verifizierer	Qualifizierer	Zertifizierer
Anwendungen			
Homeverkabelung	X	X	X
Büroverkabelung	X	X	X
Rechenzentrum			X
Testen nach Anwendungen			
IEEE802.3 Fast Ethernet		X	
Gigabit-Ethernet		X	
PoE 12,95W 802.3af	X	X	
PoE 21,9W 802.3at	X	X	
Verdrahtungstest	X	X	X
Längenmessung	X	X	X
Tongenerator	X	X	
HF-Messungen (NEXT ...)			X
Signal-Rauschabstand		X	
Laufzeit		X	X
Messfrequenz			bis 2500 MHz
Aktive Testparameter			
Ethernet/Übertragungsrage	X	X	
DHCP-Prüfung	X	X	
Ping-Test	X	X	
Discovery-Funktion	X	X	
Aktivierung Port LED	X	X	
VLAN		X	
Trace Route		X	
BERT		X	

Tabelle: Welche Messungen mit welchem Mess- und Prüfgerät?

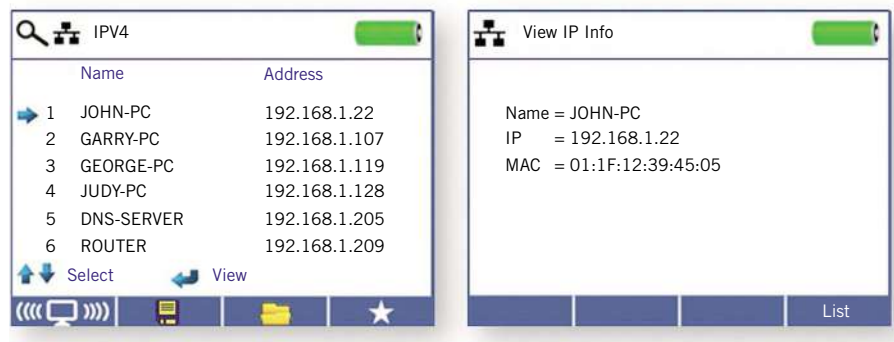


Bild 2: Welche Clients befinden sich noch im Netz? Ein Scan gibt Auskunft

auch in der Verbindungsschicht eines Kanals aufspüren. Was bedeutet das? Neben der Erkennung gerissener oder beschädigter Leitungen, fehlerhafter Verbindungen und anderer Probleme mit dem eigentlichen passiven Aufbau führt das Prüfgerät zusätzlich eine einfache Netzwerkanalyse durch. Die Geräte können sich im Netzwerk anmelden (über DHCP oder manuell) und diverse aktive Tests durchführen, z.B. Ping und Trace Route (**Bild 3**), um die Konnektivität des jeweiligen Anschlusses zu überprüfen.

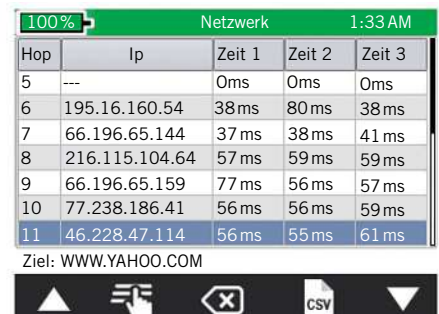


Bild 3: Eine Verbindung durchs Netz nachverfolgen: Trace Route

Ganz gleich, ob man eine neue Leitung installiert oder eine fehlerhafte Verbindung getestet, es reicht nicht aus, nur die Richtigkeit der Verdrahtung sicherzustellen, sondern es muss in irgendeiner Form auch nachgewiesen werden, ob eine Datenübertragung stattfinden kann. Hier gibt es im Wesentlichen zwei Methoden, eine analytische, die viele einzelne Parameter gegen vorgegebene offizielle Standards testet und daraus eine Gesamtpformance ermittelt, die ihrerseits wiederum mit möglichen Übertragungsgeschwindigkeiten verknüpft ist. Diese aufwendige Methode wird als »Zertifizieren« bezeichnet und im übernächsten Abschnitt erklärt. Die zweite Methode zur Ermittlung ist eine eher empirische oder wird auch als »Try & Error« bezeichnet. Hier wird bereits mit der angestrebten Anwendung gearbeitet. Man nützt Aussagen über zulässige Übertragungsausfälle über eine definierte Übertragungszeit zum Gewinnen von einer Gut/Schlecht-Bewertung einer Strecke. Diese Methode wird normalerweise als Qualifikationsprüfung oder Übertragungsprüfung bezeichnet.

Die nächste Stufe der Qualifizierer

Ein Qualifizierer ist üblicherweise ein batteriebetriebenes Handgerät, das auf derselben Technologie basiert, die Netzwerkgeräte zur Übertragung ihrer Daten verwenden, gepaart mit den passiven und aktiven Grundfunktionen hochwertiger Verifizierungsgeräte. Im Wesentlichen bietet der Qualifizierer dieselben Test- und Fehler-suchfunktionen wie Verkabelungstester, verfügt jedoch über eine weitere wichtige Zusatzfunktion: Er ist in der Lage, den Betrieb von Gigabit-Ethernet-Netzwerken gemäß der Norm IEEE 802.3ab zu prüfen. Zu diesem Zweck wird der so genannte Bit Error Rate Test (BERT) genutzt, ein Datenübertragungstest, bei dem 10 Mrd. Bits in 10s (1 Gbit/s) versendet und eventuelle Fehler im Bitstrom gezählt werden. Anhand der Zählung wird ermittelt, ob der Test bestanden wurde oder nicht. Ein bestandener BER-Test bedeutet zwar keine Zertifizierung, zeigt aber, dass die Geschwindigkeit eines Verbindungskanals der Norm der gewählten Anwendung entspricht (Bild 4).

Auf diese Weise werden LAN-Verbindungen im Rahmen von Installations-, Fehler-such- und Reparaturarbeiten qualifiziert. Ein Netzwerk-Qualifizierer kostet im Vergleich zu einem Zertifizierer meist weniger als ein Drittel.



◀ Bild 4: Qualifizierer für Übertragungstests in Datennetzen

Somit ist er für jedes Verkabelungsteam eine sinnvolle Ergänzung der Ausrüstung.

Zertifizierung von Verkabelungssystemen und Netzwerken

Für größere Neuinstallationen und für die von Komponentenherstellern ausgestellten Garantien ist üblicherweise eine Zertifizierung der Verkabelungssysteme erforderlich. Zertifizierung bedeutet in diesem Zusammenhang die klare Aussage, ob die Netzwerkleistung nach einer Reihe von durchgeführten und dokumentierten Prüfungen gemäß den geltenden TIA- und ISO-/IEC-Normen den Anforderungen entspricht oder nicht. Zur Gewinnung dieser Ergebnisse wird eine Reihe von nieder- und hochfrequenten Messungen durchgeführt, die in der Summe eine Strecke für tauglich zur Datenübermittlung erklären, oder eben nicht. Fällt auch nur ein einzelner Testparameter durch, wird der gesamte Test als »Nichtbestanden« bewertet. Es geht nicht nur darum, festzustellen, ob das Netzwerk so funktioniert, wie es der Kunde erwartet. Darüber hinaus erbringen die Tester den Nachweis, garantieren und zertifizieren, dass das Netzwerk denselben Normen entspricht, die für jedes andere Netzwerk desselben Typs bzw. derselben Klasse gelten. Zudem ist es nicht der Anwender, der die Zertifizierung erbringt, sondern vielmehr ihr komplexes, objektives und ja, auch teures, Messgerät. Der Verkabelungszertifizierer ist somit selbst ein Produkt globaler Telekommunikationsstandards. Um von Nutzen zu sein, muss er in der Lage sein, Spezifikationen zu messen, die deutlich über die genannten Normen hinausgehen, um Ergebnisse innerhalb hinreichender Toleran-

zen zu liefern und für die Zukunft gerüstet zu sein. Deshalb wurde beispielsweise der Verkabelungszertifizierer Wirexpert der Softing IT Networks vor Jahren bereits mit einem Frequenzbereich von bis zu 2500 MHz konzipiert. Dieser erfüllt den Verkabelungsstandard der Kategorie 8, der in jüngster Zeit zugelassen wurde.

Wie arbeitet ein Zertifizierer?

Zur Ermittlung der Hochfrequenzeigenschaften einer Verkabelung sendet das Gerät (Bild 5) gewobbelte Signale aus. Die Sendesignalpegel sind präzise vorgegeben und Empfangssensoren im eigenen Gerät (LOCAL) oder entfernten Gerät (REMOTE) erfassen die »Restsignale«, woraus z. B. die Einfügedämpfung, die Abschwächung der übermittelten Signale und das Nebensprechen (NEXT, FEXT), also das ungewollte Übersprechen auf benachbarte Leitungspaare, und die Reflexionen auf den Leitungen ermittelt werden. Für diese Messwerte gibt es festgelegte Grenzwerte gemäß den Normen. Man unterscheidet hier verschiedene Leistungsstufen der Verkabelungssysteme, z. B. die Klasse E_A, mit ihrer oberen Übertragungsgrenzfrequenz von 500 MHz. Diese muss erreicht werden, um 10-Gbit-Ethernet zu übertragen. Zertifizierer ermitteln etliche Systemparameter der Verkabelungssysteme in kürzester Zeit, ein Merkmal von qualitativ hochwertigen Zertifizierern. Die eingesetzten HF-Testsignale erlauben auch eine präzise Lokalisierung von Fehlerstellen, die die Übertragungsleistung einer Strecke stark beeinträchtigen können,



Bild 5: Zertifizierer für Kupferdatenkabel

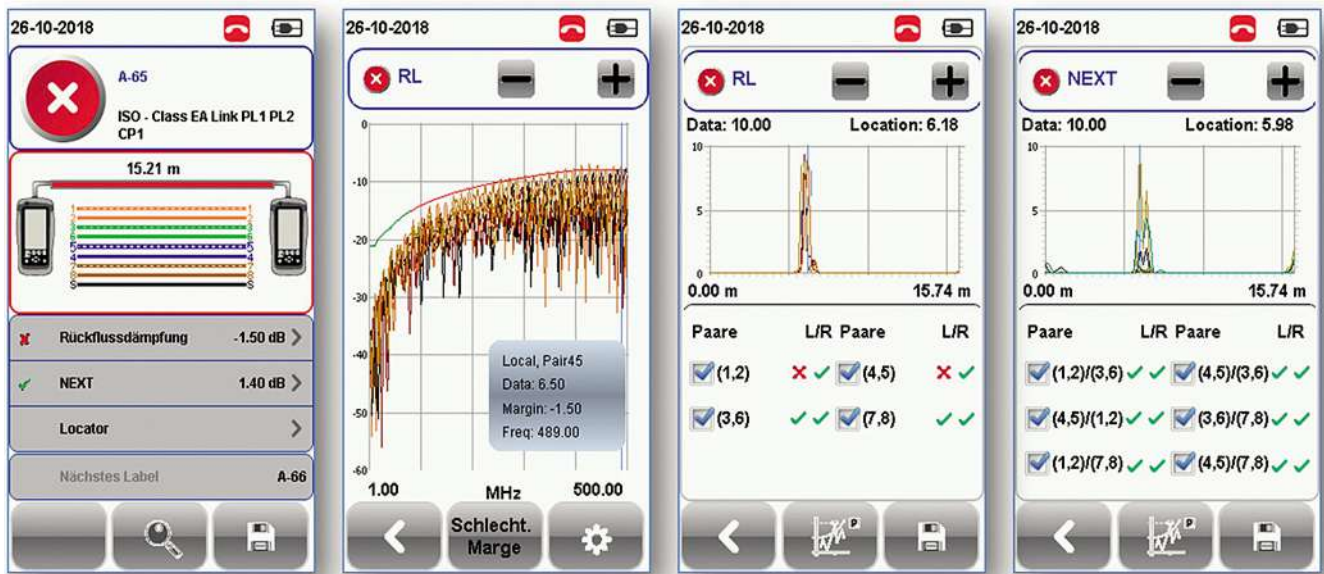


Bild 6: Messprotokoll mit Zertifizierer: Unsachgemäße »Flickstelle« wurde gefunden

aber ein Verdrahtungstester nicht als solche erkennen würde, weil Aderpaare nicht unterbrochen oder kurzgeschlossen sind. Ein klassisches Beispiel hierfür im Folgenden.

Fallbeispiel mit Zertifizierer

Wir beschreiben hier ein typisches Beispiel einer unsachgemäßen Reparatur eines Datenkabels. Bei der Messung (**Bild 6**) ist ein Rückflussdämpfungsfehler erkannt worden. Aufgelöst mittels der Fehlerortungsfunktion mit einem Zertifizierer, genannt »RL-Locator«, zeigt sich eine Störspitze an einer einzigen Stelle im Kabellauf, aber auf allen Aderpaaren. Als Gegenkontrolle wird hier auch der Verlauf des Übersprechens betrachtet und am selben Ort ist auch hier ein deutlicher Ausschlag zu sehen. Dies heißt, dass sowohl die gegenseitigen Abschirmmechanismen der Aderpaare als auch die Geometrie des Kabels zerstört wurden. Was war die Ursache? An dieser Stelle wurde aus Versehen das Kabel gekappt und sehr unfachmännisch mit einer einfachen Lüsterklemme wieder »geflickt«. Aber leider sind die Hochfrequenzeigenschaften von Lüsterklemmen nicht ausreichend für diesen Zweck. Welche Abhilfen gibt es in so einem Fall? Man hat drei Möglichkeiten: entweder das Kabel komplett austauschen, die Strecke stilllegen oder wirklich wieder miteinander verbinden, aber nicht mit einer Lüsterklemme, sondern mit speziellen Kabelverbindern, die es mittlerweile von einigen namhaften Herstellern gibt. Aber nicht übertreiben, nur maximal *ein* solcher Verbinder pro Strecke ist zulässig.

Fazit: Das richtige Gerät wählen

Die Hierarchie der Testgeräte lässt sich auch besser verstehen, wenn man ihren typischen Einsatzbereich betrachtet (**Tabelle**). An jedem Standort eines Verkabelungsunternehmens sollte mindestens ein Verkabelungszertifizierer (am besten mit Wartungsvertrag) vorhanden sein für die klassischen Abnahmemessungen. Jedes einzelne Team benötigt einen Qualifizierer, um einfache Installationen zu testen oder abzunehmen, wo keine Zertifizierung zwingend erforderlich ist. Jeder einzelne Techniker sollte über einen möglichst hochwertigen Verkabelungstester verfügen, ganz gleich, ob er der Mannschaft eines Verkabelungsunternehmens oder einem Gebäudetechnikerteam angehört.

Es ist nicht unüblich, dass externe Verkabelungsunternehmen die Installation und Reparatur von LANs für Organisationen auch dann übernehmen, wenn ein umfangreiches Gebäudetechnikerteam vor Ort ist. Doch angesichts der hohen Leistungsanforderungen an 10-Gbit-Ethernet-taugliche Netze ist es sinnvoll, auch interne Mitarbeiter so auszurüsten, dass sie zumindest einen Teil der anfänglichen Wire-Mapping und Fehler-suchaufgaben erledigen können, um z. B. interne MACs (Moves, Adds, Changes) begleiten zu können. Bei Bedarf sollten Verkabelungsunternehmen dem Kunden im Rahmen eines Auftrags bzw. eines Wartungsvertrags gegebenenfalls grundlegende Tools wie Verkabelungs- und Netzwerktester an die Hand geben. Dies empfiehlt sich, damit der Kunde die Kontrolle bewahrt, Geld spart und weniger Netzwerkprobleme erfährt. Dadurch

können Zeit und Ressourcen des Verkabelungsunternehmens für Serviceeinsätze noch effizienter genutzt werden. Gleichzeitig hat der Kunde einen Grund weniger, einen Wettbewerber zu beauftragen.

Neben dem CAT-8-Verkabelungszertifizierer Wirexpert und dem Qualifizierer Netxpert bietet der Hersteller auch die Produktreihe Cablemaster an, die Verkabelungs- und Netzwerktester umfasst. Man sollte darauf achten, nicht zu viel auszugeben oder zu wenige Geräte einzusetzen. Es sollte sichergestellt sein, dass für jede Aufgabe das richtige Testgerät eingesetzt wird und dass alle Mitarbeiter – und auch Kunden – jederzeit über die erforderliche Ausrüstung verfügen.

INFOS

Fachbeiträge zum Thema

Qualifizierung von passiven Netzwerken (Panorama)
 »de« 6.2015 – S. 56

Datenübertragungstechnik:
 Normen – Installation – Messtechnik, Sonderdruck
 »de« 2014, März

Datenübertragungstechnik: Normen – Installation – Messtechnik (2)
 »de« 18.2013 – S. 80

AUTOR

Alfred Huber
 Leitung Technik,
 Softing IT Networks GmbH