

Einhaltung der IEC-Norm zur Gewährleistung der Qualität von optischen Steckverbindern durch Automatisierung der systematischen proaktiven Faserendflächen-Prüfung

Zusammenfassung

In der Glasfaser-Branche ist allgemein bekannt, dass sich Kratzer, Defekte und Verschmutzungen auf den Faserendflächen von Steckverbindern negativ auf die Leistung des optischen Netzes auswirken. Angesichts der wachsenden Bandbreitenanforderungen und der zunehmenden Verwendung von Glasfasern in den Netzwerken beeinträchtigen verschmutzte und beschädigte optische Steckverbinder immer öfter die Übertragungsqualität. Wenn diese nicht systematisch behandelt werden, können sie die Netzwerkeistung ernsthaft verringern und sogar zum Ausfall ganzer Strecken führen.

Damit ab dem optischen Steckverbinder ein einheitliches Leistungsniveau garantiert werden kann, hat die International Electrotechnical Commission (IEC) die Norm 61300-3-35 erarbeitet, die die Gut/Schlecht-Kriterien für die Prüfung von Endflächen vor dem Anschließen der Faser spezifiziert. Diese IEC-Norm ist die gemeinsame Referenz zur Gewährleistung der Produktqualität und umfasst den gesamten Lebenszyklus der Glasfaser unter Einhaltung der betreffenden Anforderungen in jeder Phase.

Das Erfolgsrezept hierfür ist die systematische proaktive Überprüfung jeder Faserendfläche von optischen Steckverbindern vor dem Herstellen einer Verbindung. Aktuelle Studien zeigen, dass auf diese Weise verunreinigte Glasfasern nicht installiert werden, und dass sich dadurch die Leistung des optischen Netzwerks verbessert. Aufgrund der nicht kontrollierbaren unterschiedlichen Sehkraft und Kompetenz der Techniker sowie der nicht einheitlichen Lichtbedingungen und Anzeigequalität ist diese manuelle Prüfung und Analyse allerdings keine 100%ig zuverlässige und reproduzierbare Methode zur Einhaltung der IEC-Norm. Außerdem wird bei der manuellen Prüfung kein Prüfprotokoll erstellt, so dass es nicht möglich ist, die Qualität der Faserendflächen direkt vor Ort zu zertifizieren.

Da die Einhaltung der IEC-Norm die einzige Möglichkeit ist, das Leistungsversprechen der modernen faserintensiven Netzwerke mit ihren zahlreichen Steckverbindern zu erfüllen, wird in diesem Whitepaper vorgeschlagen, den Prozess der Faserendflächen-Prüfung zu automatisieren. Hierzu wird eine Analyse-Software benötigt, die die Gut/Schlecht-Kriterien der IEC-Norm berücksichtigt und die systematische proaktive Prüfung ergänzt.

Die Automatisierung dieser Überprüfung mit einer Software, die basierend auf der IEC-Norm programmiert ist, beseitigt die mit der manuellen Prüfung verbundenen Unsicherheiten, erstellt am Ort der Installation einen dokumentierbaren Nachweis der Qualität der Steckverbinder-Faserendfläche und gewährleistet einen 100%ig wiederholbaren und zuverlässigen Prozess. Alle diese Vorteile gewährleisten, dass die automatische Faserendflächen-Prüfung die zurzeit effektivste Methode ist, um über den gesamten Lebenszyklus des faseroptischen Produkts die Einhaltung der IEC-Norm sicherzustellen und zu zertifizieren und die Leistungsversprechen der Netzwerke der nächsten Generation zu erfüllen.

Die IEC-Norm 61300-3-35

Die IEC-Norm 61300-3-35 definiert allgemeingültige Anforderungen an die Qualität von Steckverbinder-Faserendflächen, um eine optimale Einfügedämpfung und Rückflusdämpfung zu gewährleisten. Sie enthält die Gut/Schlecht-Kriterien zum Prüfen und Analysieren der Endflächen von optischen Steckverbindern. Dabei werden für unterschiedliche Arten von Steckverbindungen, wie SM-PC, SM-UPC, SM-APC und MM- und Mehrfaser-Steckverbinder, separate Anforderungen spezifiziert. Weitere Informationen zur Norm können Sie der Schriftfassung des urheberrechtlich geschützten Dokuments entnehmen, die auf www.ansi.org (Suche nach: „61300-3-35“) erworben werden kann.

Die genannten Kriterien sollen in einer immer komplizierteren Umgebung ein einheitliches Leistungsniveau gewährleisten. Vor allem weil Glasfasern immer tiefer in das Netzwerk vordringen und zunehmend von Technikern installiert werden, die häufig nicht mit den kritischen Qualitätsanforderungen der Steckverbinder-Faserendflächen vertraut sind, oder die nicht die Erfahrungen und das technische Wissen besitzen, um diese Qualität korrekt einzuschätzen.

Die Norm wurde mit dem Ziel erarbeitet, als allgemeingültiger Qualitätsmaßstab im Verhältnis zwischen dem Lieferanten und dem Kunden sowie zwischen Arbeitsgruppen zu dienen. Diese Aufgabe erfüllt sie unter anderem als:

- Leistungsvorgabe des Kunden an den Lieferanten, beispielsweise vom Integrator an den Lieferanten der optischen Komponenten oder vom Netzbetreiber an den Installateur.
- Garantie der Produktqualität und Leistungsparameter des Lieferanten gegenüber dem Kunden, beispielsweise des Herstellers gegenüber dem Besteller, des Installateurs gegenüber dem Netzinhaber oder zwischen den Arbeitsgruppen eines Unternehmens.
- Garantie der Netzwerkqualität und Leistungsparameter innerhalb eines Unternehmens.

Da immer mehr Phasen des Lebenszyklus von faseroptischen Produkten an externe Auftragnehmer vergeben werden (siehe Abbildung 1), ist diese Norm umso wichtiger, weil sie eine optimierte Leistung der heutigen Netzwerke mit ihren hohen Faserzahlen sicherstellt.

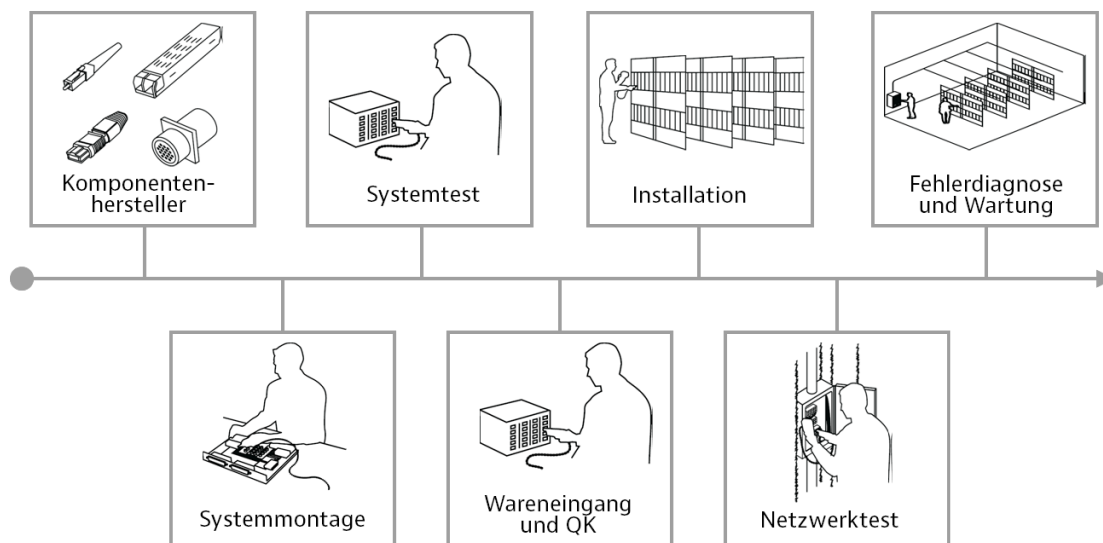


Abbildung 1: Der Lebenszyklus faseroptischer Produkte

Die Entwicklung der IEC-Norm

Die Qualitätskriterien, die in der IEC-Norm angewendet werden, sind das Ergebnis jahrelanger umfangreicher Tests an zerkratzten, beschädigten oder verschmutzten optischen Steckverbindern, die von einer Gruppe von Branchenexperten ausgeführt wurden. Beteiligt waren unter anderem Komponentenzulieferer, Auftragsfertiger, Netzkaustrüster, Lieferanten von Testgeräten sowie Service-Provider. Diese Arbeiten wurden bereits in zahlreichen Studien veröffentlicht, wie im Literaturverzeichnis dieses Whitepapers nachzulesen ist.

Als Hersteller von faseroptischer Prüf- und Messtechnik ist VIAVI mit den Unsicherheiten und Beschränkungen der manuellen visuellen Prüfung vertraut. Das Unternehmen hat der IEC-Kommission seine automatische und objektive Prüf- und Analyse-Software FiberChek2™ (siehe Abbildung 2) zur Verfügung gestellt, damit diese für die Erarbeitung der visuellen Prüfnorm 61300-3-35 genutzt werden konnte. Anhand der Tests, die von der obengenannten Industriegruppe durchgeführt wurden, konnten wissenschaftlich begründete Parameter ermittelt werden, die es erlauben, den Prozess der Gut/Schlecht-Bewertung zu automatisieren. Das hat die IEC in die Lage versetzt, eine reproduzierbare Qualitätsnorm zu erarbeiten, die ein einheitliches Leistungsniveau garantiert und sich damit positiv auf die Leistung sowohl der Produkte als auch der Netzwerke auswirkt.

Mehr als 8 Jahre lang wurden Tests an einer wachsenden Anzahl von Glasfasern und faseroptischen Geräten, wie SM-, MM-, Bändchen-, E2000-, SFP/XFP- und biegeunempfindlichen Glasfasern, Linsen und anderen Schnittstellenkomponenten, durchgeführt. Diese Tests haben in Verbindung mit der umfassenden Nutzung durch Komponentenhersteller, Integratoren/Auftragshersteller, OEMs, Drittinstallateure und Service-Provider dazu geführt, dass die Software von VIAVI die einzige bewährte automatische Prüfsoftware ist, die in jeder Phase des faseroptischen Lebenszyklus die Einhaltung der IEC-Norm gewährleistet.

Davon zeugt auch der Umstand, dass diese Software gegenwärtig von drei der fünf wichtigsten US-amerikanischen Hersteller konfektionierter Kabel eingesetzt wird. Hinzu kommen sechs der größten Hersteller optischer Komponenten, fünf der größten Netzausrüster und fünf der bekanntesten Anbieter von Netzwerkdiensten (NSP) der Welt. Damit ist die Software FiberChek2 von VIAVI aktuell der weltweite Branchenstandard für die objektive automatische Prüfung von Steckverbinder-Faserendflächen.

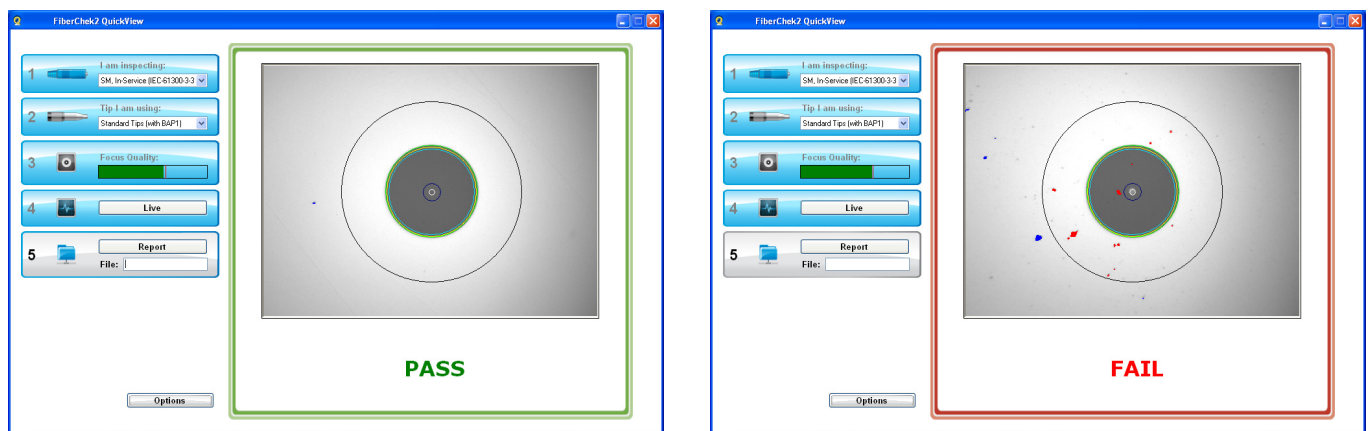


Abbildung 2: Beispielanzeigen der bewährten Prüf- und Analyse-Software FiberChek2 von VIAVI

Die von der IEC-Norm definierten Kriterien verlangen, dass der Anwender die genaue Position und Größe der Oberflächendefekte, wie Kratzer, Fehlstellen und lose Fremdkörper, auf der Steckverbinder-Faserendfläche kennt. Daher kann die Einhaltung der IEC-Norm bzw. der Kundenspezifikation nur durch eine automatische Prüf- und Analyse-Software getestet und zertifiziert werden.

Die Verbindung allgemeingültiger Anforderungen, d. h. der IEC-Norm, mit einer automatischen Prüfung und Analyse, d. h. FiberChek2, hat die Produktqualität in der Lieferkette messbar verbessert. Damit ist eine verbesserte Reproduzierbarkeit und Stabilität der Prüfung und Analyse über den gesamten Lebenszyklus des faseroptischen Produkts gewährleistet. So wird unabhängig von der Anzahl und der Qualifikation der Anbieter und Techniker, die an der Produktion, Installation und Administration der Netzwerke beteiligt sind, eine konsistente Produktleistung sichergestellt.

Proaktives Prüfmodell als erster Schritt zur IEC-Konformität

Trotz der wichtigen Rolle, die die automatische Prüf- und Analyse-Software bei der Ausarbeitung der IEC-Norm gespielt hat und trotz der Nutzung durch Branchenführer wird sie in der Glasfaserindustrie noch nicht umfassend eingesetzt. In dem Bemühen, die Einhaltung der IEC-Norm auch bei ausschließlicher Verwendung manueller optischer Prüfmittel zu ermöglichen, unterstützen die IEC und Branchenführer die Einführung von Erfolgsmodellen zur Arbeit mit Glasfasern. Ein Beispiel für diese aufklärenden Anstrengungen ist das proaktive Prüfmodell, das VIAVI als Hersteller von faseroptischen Testern unter der Bezeichnung „Inspect Before You Connect“ (IBYC – Prüfen vor dem Anschließen) entwickelt hat und fördert (siehe Abbildung 3).

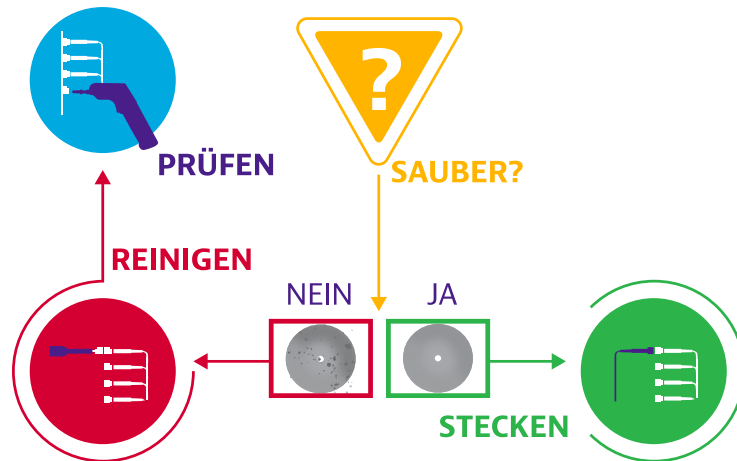


Abbildung 3: Beispiel für ein proaktives Prüfmodell: Inspect Before You Connect™

Das IBYC-Modell unterstützt die IEC-Norm und wird von ihr befürwortet. Es umfasst vier einfache Schritte, die den Techniker unabhängig von seiner Qualifikationsstufe durch die korrekte, systematische und proaktive Faserprüfung führt.

- **Schritt 1 – Prüfen:** Prüfen Sie die Faserendfläche mit dem Mikroskop. Ist die Glasfaser verschmutzt, machen Sie bei Schritt 2 weiter. Ist die Glasfaser sauber, machen Sie mit Schritt 4 weiter.
- **Schritt 2 – Reinigen:** Ist die Glasfaser verschmutzt, reinigen Sie die Faserendfläche mit einem geeigneten Reinigungswerkzeug.
- **Schritt 3 – Prüfen:** Prüfen Sie die Faserendfläche erneut mit dem Mikroskop und überzeugen Sie sich, dass sie sauber ist. Ist die Glasfaser immer noch verschmutzt, wiederholen Sie Schritt 2. Ist die Glasfaser sauber, machen Sie mit Schritt 4 weiter.
- **Schritt 4 – Anschließen:** Wenn sowohl der männliche als auch der weibliche Steckverbinder sauber sind, können sie gesteckt werden.

Die regelmäßige Anwendung des IBYC-Modells sorgt dafür, dass die proaktive Prüfung jedes Mal korrekt erfolgt und dass die Faserendflächen sauber sind, bevor die Steckverbindung hergestellt wird. Damit wird verhindert, dass verschmutzte oder beschädigte Glasfasern am Netzwerk angeschlossen werden und die Netzwerkleistung verbessert sich. Aus diesem Grund hat die Mehrzahl der weltweit führenden Unternehmen, die mit Glasfasern arbeiten, das IBYC-Modell in seine Fertigungsprozesse übernommen. So haben sie nicht nur das Verständnis für diesen Prozess erhöht, sondern tragen auch dazu bei, dass er weltweit zur Routine wird.

Automatische Prüfung und Analyse: IEC-Konformität erreichen und zertifizieren

Doch selbst bei Beachtung des IBYC-Modells kann die manuelle Prüfung allein mit dem Videomikroskop je nach Qualifikation des Technikers schwierig sein und dazu führen, dass keine gleichmäßige Steckverbinderqualität und Netzwerkleistung gesichert sind. Die manuelle Prüfung und Analyse ist nicht 100%ig zuverlässig, reproduzierbar und zertifizierbar, da das Ergebnis von der Sehkraft und Qualifikation des Technikers sowie von wechselnden Anzeigeeinstellungen und Lichtbedingungen abhängig ist. Wie Abbildung 4a zeigt, ist mit der manuellen Prüfung, die den Zustand der Faserendfläche nicht dokumentiert, eine Vor-Ort-Zertifizierung durch Bilder und Berichte sowohl unzuverlässig als auch unpraktisch.

Zur Gewährleistung der IEC-Konformität stellt die automatische Prüfung der Steckverbinder-Endflächen mit einer Prüf- und Analyse-Software, die auf den Gut/Schlecht-Kriterien der IEC-Norm basiert, die zurzeit effektivste Methode dar. Mit dieser Software sind alle Techniker unabhängig von ihrer Qualifikationsstufe in der Lage, sowohl die Konformität als auch die Zertifizierung anhand von Bildern und Berichten, nachzuweisen (siehe Abbildung 4b).

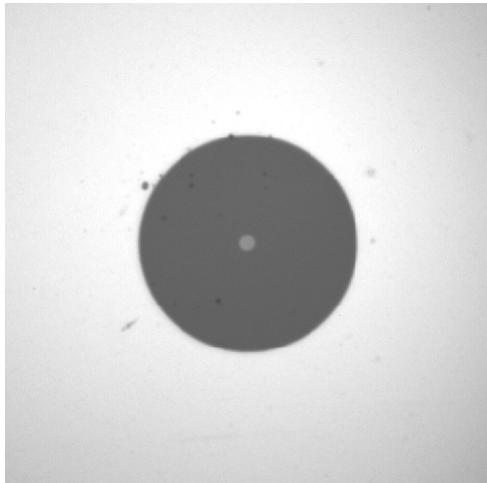


Abbildung 4a: Bei der manuellen Prüfung muss der Techniker selbst einschätzen können, ob die Steckverbinder-Endfläche die Anforderungen der IEC-Norm einhält.

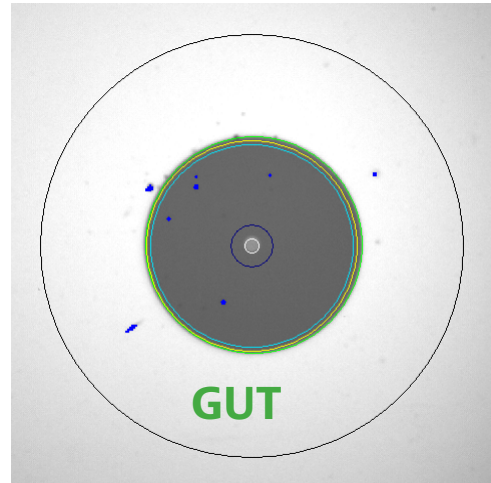


Abbildung 4b: Bei der automatischen Prüfung wird dem Techniker ein Gut/Schlecht-Ergebnis angezeigt.

Auf dieser Grundlage kann die automatische Prüfung und Analyse eine Bilddokumentation zum Zustand der Faserendfläche erstellen (siehe Abbildung 5), die in Berichte eingebunden sowie für spätere Nachweise archiviert werden kann.

Daher bietet die automatische Prüfung und Analyse gegenüber der subjektiven manuellen Prüfung mehrere deutliche Vorteile:

- Eindeutige Ergebnisse ohne subjektive Schwankungsbreite.
- Zertifizierung und Dokumentation der Produktqualität zum Zeitpunkt der Prüfung.
- Befähigung aller Techniker unabhängig von ihrer Qualifikation zur zuverlässigen und systematischen Zertifizierung der Endflächenqualität.
- Mühelose Anwendung aussagekräftiger Gut/Schlecht-Kriterien.
- Verbesserte Leistung und Rendite der Produkte und Netzwerke.

- In jeder Phase des Lebenszyklus des faseroptischen Produktes die Qualität der Faserendfläche auf einfachen Tastendruck effektiv zu prüfen und nach der Norm IEC 61300-3-35 oder anderen kundenspezifischen Standards zu zertifizieren.
- Mühelos Gut/Schlecht-Abnahmetests durchzuführen, ohne selbst über Erfahrungen in der Qualitätsbewertung zu verfügen.
- Detaillierte und archivierbare Analyseberichte zu erstellen.

Abbildung 5: Die automatische Prüfung befähigt den Techniker, anhand eines datumsgestempelten Testberichts die Einhaltung der Norm zu zertifizieren.

Fazit: Auswirkungen der automatischen Faserendflächen-Analyse auf das Unternehmen

Die Kombination der allgemeinen Anforderungen, d. h. der IEC-Norm, mit der automatischen faseroptischen Prüf- und Analyse-Software FiberChek2 hat die Produktqualität in der gesamten Lieferkette verbessert. Die Nutzung einer zuverlässigen, reproduzierbaren und automatischen Prüfung und Zertifizierung der Steckverbinder-Endflächen bietet den Unternehmen die folgenden Vorteile:

- Sichere und reproduzierbare Produktqualität durch die objektive Bewertung des Zustandes der Steckverbinder-Endflächen zum Zeitpunkt der Installation.
- Gewährleistung einer hohen Kundenzufriedenheit und des Lieferantenschutzes durch eine zuverlässige Dokumentation der Qualität der Steckverbinder-Endflächen.
- Wettbewerbsvorteile für die Hersteller von Komponenten und Systemhersteller sowie für Installationsfirmen, die die Endflächenqualität kostengünstig dokumentieren können.
- Ein einheitliches, reproduzierbares System gewährleistet eine durchgehend hohe Qualität in der Lieferkette.
- Mühelose Umsetzung der Analyse nach den Vorgaben des Kunden.

Alle diese Vorteile gewährleisten, dass die automatische Faserendflächen-Prüfung die zurzeit effektivste Methode ist, um über den gesamten Lebenszyklus des faseroptischen Produkts die Einhaltung der IEC-Norm sicherzustellen und zu zertifizieren und die Leistungsversprechen der Netzwerke der nächsten Generation zu erfüllen.

Literaturverzeichnis

1. „Qualification of Scattering from Fiber Surface Irregularities“, Journal of Lightwave Technology, V.20, N 3, April 2002, S. 634–637.
2. „Optical Connector Contamination/Scratches and its Influence on Optical Signal Performance“, Journal of SMTA, V. 16, Issue 3, 2003, S. 40–49.
3. „At the Core: How Scratches, Dust, and Fingerprints Affect Optical Signal Performance“, Connector Specifier, Januar 2004, S. 10–11.
4. „Degradation of Optical Performance of Fiber Optics Connectors in a Manufacturing Environment“, Proceedings of APEX2004, Anaheim, Kalifornien, 19.–26. Februar 2004, S. PS-08-1–PS-08-4.
5. „Cleaning Standard for Fiber Optics Connectors Promises to Save Time and Money“, Photonics Spectra, Juni 2004, S. 66–68.
6. „Analysis on the effects of fiber end face scratches on return loss performance of optical fiber connectors“, Journal of Lightwave Technology, V.22, N 12, Dezember 2004, S. 2749–2754.
7. „Development of Cleanliness Specification for Single-Mode Connectors“, Proceedings of APEX2005, Anaheim, Kalifornien, 21. –26. Februar 2005, S. S04-3-1, 16.
8. „Keeping it clean: A cleanliness specification for single-mode connectors“, Connector Specifier, August 2005, S. 8–10.
9. „Contamination Influence on Receptacle Type Optical Data Links“, Photonics North, 2005, Toronto, Kanada, September 2005.
10. „Development of Cleanliness Specifications for 2.5 mm and 1.25 mm ferrules Single-Mode Connectors“, Proceedings of OFC/NFOEC, Anaheim, Kalifornien, 5.–10. März 2006.
11. „Standardizing cleanliness for fiber optic connectors cuts costs, improves quality“, Global SMT & Packaging, Juni/Juli 2006, S. 10–12.
12. „Accumulation of Particles Near the Core during Repetitive Fiber Connector Matings and De-matings“, Proceedings of OFC/NFOEC2007, Anaheim, Kalifornien, 25.–29. März 2007, NThA6, S. 1–11.
13. „Development of Cleanliness Specifications for Single-Mode, Angled Physical Contact MT Connectors“, Proceeding of OFC/NFOEC2008, San Diego, 24.–28. Februar 2008, NThC1, S. 1–10.
14. „Correlation Study between Contamination and Signal Degradation in Single-Mode APC Connectors“, Proc. SPIE, Vol. 7386, 73861W (2009), doi:10.1117/12.837545.