

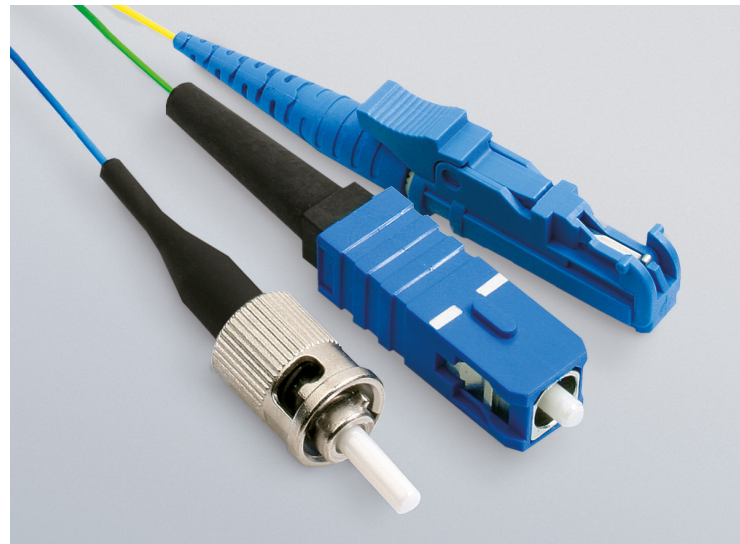
GÜTEKLASSEN FÜR GLASFASER-STECKER „GRADES“

Mit den stetig wachsenden Datenraten steigen auch die Anforderungen an die Verkabelung, die die Daten überträgt. Je höher die Datenraten werden, desto wichtiger wird die Qualität der Verkabelungskomponenten. Glasfasersteckern kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, denn gerade sie weisen enorme Qualitätsunterschiede auf, die mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen sind. Um die Qualität von Glasfasersteckern festzustellen, müssen sie messtechnisch überprüft werden und dabei festgelegte Werte erreichen. Dieses Themenspecial beschreibt die international genormten Güteklassen (engl. grades) von Glasfasersteckern und erläutert die technischen Hintergründe.

Immer mehr Daten müssen immer weiter und immer schneller übertragen werden. Fast täglich kommen neue Geräte, Apps und Anwendungen auf den Markt, die immer noch mehr Daten erzeugen. Um diese schnell und fehlerfrei übertragen zu können, ist eine leistungsfähige Verkabelungsinfrastruktur unabdingbar. Glasfasern bieten nahezu unerschöpfliche Übertragungskapazitäten, doch die können sie nur bereitstellen, wenn die Übertragung störungsfrei erfolgen kann. Steckverbindungen sind seit jeher kritische Größen in der Übertragungsstrecke. Reinheit und Qualität von Glasfasersteckern tragen entscheidend zur Leistungsfähigkeit einer Übertragungsstrecke bei. Ob ein Stecker sauber ist, lässt sich mit einem Handmikroskop leicht feststellen, und in den allermeisten Fällen kann der Stecker schnell und einfach mit dem passenden Reinigungswerkzeug gesäubert werden. Anders sieht es mit der optischen Qualität des Steckers aus. Um sie zu prüfen, ist ein aufwändiger Glasfaser-Messplatz nötig, weshalb ein werksseitig konfektionierter Stecker auch gleich im Werk gemessen wird.

FAKTOREN, DIE DIE STECKERQUALITÄT BEEINFLUSSEN

Die Konfektionierung qualitativ hochwertiger Glasfaserstecker ist anspruchsvoll. Dies gilt für die Montage des Steckers auf der Faser und für die Politur der Steckerendfläche gleichermaßen.



Bei der Montage wird die abisolierte und gereinigte Glasfaser in eine hochpräzise Hülse aus Metall oder Keramik, die so genannte Ferrule, geklebt. Die Bohrung der Ferrule, die die Faser aufnimmt, ist größer als der Faserdurchmesser, damit die mit Klebstoff bestrichene Faser ordentlich eingeführt werden kann. Durch die größere Bohrung hat die Faser jedoch etwas Spiel und kommt nicht exakt in der Mitte der Bohrung zu liegen, weshalb der lichtführende Bereich der Faser, der so genannte Faserkern, nicht exakt in der Mitte der Ferrule liegt. Natürlich unterliegt auch die Ferrule gewissen Fertigungstoleranzen, so dass die Bohrung, die die Faser aufnimmt, nicht immer exakt in der Mitte der Ferrule liegt. Auch kann der Durchmes-

ser der Bohrung schwanken, wenn auch minimal. Dazu kommt, dass auch der lichtführende Kern der Glasfaser meist nicht genau in der Fasermittelpunkt liegt, sondern leicht außerhalb. Der Fachbegriff hierfür ist „Kern-Mantel-Exzentrizität“. Kommt die Faser leicht schräg zur Steckerendfläche zu liegen, tritt das Licht unter einem leichten Winkel (Schielwinkel) aus. Die Steckerendfläche wird oftmals auch als Steckerstirnfläche bezeichnet.

Neben der Montage hat die Politur der Steckerendfläche maßgeblichen Einfluss auf die Steckerqualität:

- Wird zu wenig poliert, ist die Endfläche rau.
- Wird zu viel poliert, ragt das Faserende nicht mehr weit genug aus der Ferrule. Der Fachbegriff hierfür ist Faserunterstand, engl. undercut.
- Wird ungleichmäßig oder mit einem falschen Schliffwinkel poliert, dann hat die Steckerendfläche nicht die vorgeschriebene, leicht ballige Form und der höchste Punkt der Endfläche ist nicht mehr der Faserkern, sondern liegt außerhalb der Steckermitte.

In allen drei Fällen wird der Stecker keinen guten physischen Kontakt zum gegenüberliegenden Stecker in einer Steckverbindung haben. Zwischen beiden Steckern bleibt ein wenn auch nur mikroskopisch kleiner Luftspalt, der zu unerwünschten Reflexionen an der Grenzfläche Glas/Luft führt. Die Folge: Die Einfügedämpfung des Steckers ist zu hoch, die Rückflussdämpfung zu niedrig.

Die Verluste durch die oben aufgeführten Punkte summieren sich, so dass geringe Probleme bei den einzelnen Punkten zu einem großen Gesamtproblem führen.

NORMEN FÜR DIE STECKERQUALITÄT

Qualität muss messbar und nachprüfbar sein, und das anhand allgemein gültiger Kriterien. Die internationale Norm IEC 61753-1 und deren deutsche Ausgabe DIN EN IEC 61753-1 legen Güteklassen für Glasfaser-Steckverbinder anhand deren Einfügedämpfung (englisch insertion loss, kurz: IL) und Rückflussdämpfung (englisch return loss, kurz: RL) fest.

Die Einfügedämpfung wird in Klassen eingeteilt, die mit einem Buchstaben gekennzeichnet werden, die Rückflussdämpfung wird in Stufen eingeteilt, die mit einer Ziffer gekennzeichnet werden. Im Englischen werden Klassen und Stufen gleichermaßen als „Grades“ bezeichnet.

Grundsätzlich ist jede Kombination von Klasse und Stufe zulässig, auch wenn sie in der Praxis vielleicht nicht sinnvoll sein sollten. Bei Singlemodesteckern beispielsweise ist die Güteklasse B2 sinnvoll, B4 jedoch nicht. Die Norm legt dabei unterschiedliche Werte bei Steckern für Singlemode- und für Multimodefasern fest. Die Dämpfungsklassen für feldkonfektionierbare Singlemodestecker sind zur Zeit der Manuskripterstellung noch in Beratung.

Signalverluste in einer Glasfaser-Steckverbindung

Tritt Licht in einer Steckverbindung von einer Glasfaser in eine andere über, wird ein Teil des Lichts reflektiert. Beim Empfänger kommt dadurch weniger Licht an, der Sender kann durch das reflektierte Licht gestört oder gar beschädigt werden. Die Einfügedämpfung (engl. insertion loss) gibt an, wieviel schwächer das Licht durch die Verluste in der Steckverbindung wird, die Rückflussdämpfung (engl. return loss) gibt das Verhältnis des ursprünglich gesendeten Lichts zu seinem reflektierten Anteil an. Beim Empfänger soll möglichst viel Licht ankommen und zum Sender soll möglichst wenig Licht zurückkommen. Die Einfügedämpfung (Verlust) sollte daher möglichst klein sein, die Rückflussdämpfung möglichst groß (gesendetes Licht geteilt durch den reflektierten Anteil).

Singlemodestecker

Dämpfungsklasse	Dämpfung bei 1310 nm, 1550 nm und 1625 nm	Rückflussdämpfungsstufe	Rückflussdämpfung bei 1310 nm, 1550 nm und 1625 nm
Klasse A	noch nicht festgelegt	Stufe 1	≥ 60 dB gesteckt ≥ 55 dB ungesteckt
Klasse B	≤ 0,12 dB Mittelwert, ≤ 0,25 dB für ≥ 97% der Verbindungen	Stufe 2	≥ 45 dB
Klasse C	≤ 0,25 dB Mittelwert, ≤ 0,50 dB für ≥ 97% der Verbindungen	Stufe 3	≥ 35 dB
Klasse D	≤ 0,50 dB Mittelwert, ≤ 1,00 dB für ≥ 97% der Verbindungen	Stufe 4	≥ 26 dB

Dämpfungsklassen und Rückflussdämpfungsstufen für Singlemodestecker nach DIN EN IEC 61753-1:2019-10.

Multimodestecker

Dämpfungsklasse	Dämpfung bei 850 nm	Rückflussdämpfungsstufe	Rückflussdämpfung bei 1310 nm, 1550 nm und 1625 nm
Klasse A _m	noch nicht festgelegt	Stufe 1 _m	≥ 60 dB gesteckt ≥ 55 dB ungesteckt
Klasse B _m	≤ 0,3 dB Mittelwert, ≤ 0,6 dB für ≥ 97% der Verbindungen	Stufe 2 _m	≥ 45 dB
Klasse C _m	≤ 0,5 dB Mittelwert, ≤ 1,0 dB für ≥ 97% der Verbindungen		
Klasse D _m	noch nicht festgelegt		

Dämpfungsklassen und Rückflussdämpfungsstufen für Multimodestecker nach DIN EN IEC 61753-1:2019-10.

BEWERTUNG

Mit den in DIN EN IEC 61753-1 festgelegten Werten stehen Planern, Installateuren und Anwendern allgemein gültige Werte zur Verfügung, anhand derer die Qualität von Glasfasersteckern beurteilt werden kann. Die Norm zieht hierfür die Einfügedämpfung und die Rückflussdämpfung heran. Zur Qualität von Glasfasersteckern tragen allerdings auch die Verfahren und Abläufe in der Fertigung, der Polierprozess und das Qualitätsmanagement des Herstellers bei. Dies kann durch die Vielzahl der teilweise indi-

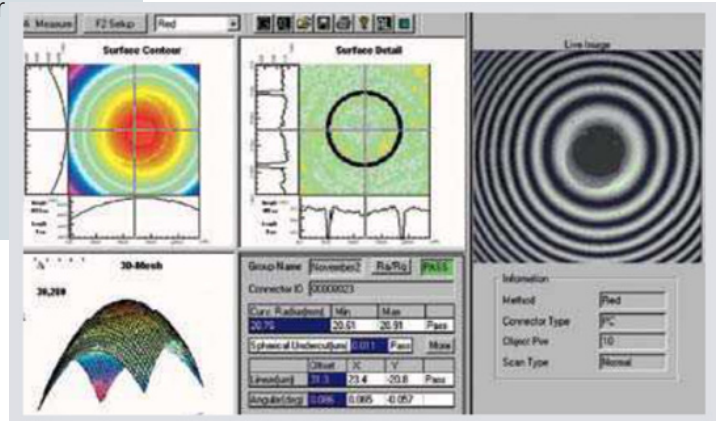
viduellen Prozesse der verschiedenen Hersteller und Konfektionäre allerdings nur schwer in eine Norm gefasst werden. Es empfiehlt sich daher, hierzu gezielt bei den Herstellern nachzufragen. Dies schließt auch eventuelle Verschmutzungen der Stecker im Auslieferungszustand ein.

Qualität hat bei Telegärtner Tradition

Bei Telegärtner werden alle Glasfaserstecker nach der Montage geprüft. Ohne Ausnahme.

Die Einfügedämpfung jedes einzelnen Steckers wird gemessen, bei Singlemodesteckern zusätzlich auch die Rückflusdämpfung.

Beim Einrichten an der Poliermaschine werden alle Stecker des ersten Poliertellers mit einem Interferometer geometrisch vermessen um sicherzustellen, dass der Polierprozess optimal verläuft. Auf Wunsch werden sämtliche Stecker eines Auftrags mit dem Interferometer vermessen.



Interferometermessungen stellen sicher, dass die Geometrie der Steckerendfläche besonders hohen Qualitätsanforderungen entspricht.

NORMEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Internationale Normen (englisch):

IEC 61753-1:2018+AMD1:2020 CSV
(Consolidated Version)

Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 1: General and guidance

Europäische Normen (Landessprache):

DIN EN IEC 61753-1:2019-10 Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Betriebsverhalten – Teil 1: Allgemeines und Leitfad

Weiterführende Literatur:

Daten-/Netzwerktechnik Basiswissen;
Themenspecial, Telegärtner Karl Gärtner GmbH,
Steinenbronn

Bezeichnungen von Multimodefasern;
Themenspecial, Telegärtner Karl Gärtner GmbH,
Steinenbronn

Leistungsfähige IT-Infrastrukturen; Traeger, Dirk;
Fachbuch, KaTiKi Verlag, Gärtringen

Autor:

Dirk Traeger
Technical Solutions Manager DataVoice
Telegärtner Karl Gärtner GmbH