



Next Gen  
NETWORKS

Effektive Netzwerkimtegration von  
**Glasfasern mit  
reduziertem Biegeradius**



KRONE

Effektive Netzwerkintegration von

# Glasfasern mit reduziertem Biegeradius

## Einführung

Der Biegeradius von Monomode-Glasfasern gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Vorstellung, dass sich eine Glasfaser um einen Bleistift wickeln lässt, ohne dass dies die Dämpfung deutlich erhöht, lässt eine Vielzahl neuer Glasfaseranwendungen und Designmöglichkeiten denkbar erscheinen.

Die heutigen Industriestandards für traditionelle Monomode-Glasfasern spezifizieren typischerweise den zehnfachen Außendurchmesser des ummantelten Kabels oder 38 mm (1,5") als minimalen Biegeradius, je nachdem, welcher Wert größer ist. Mit der neuen Generation flexibler Monomode-Glasfasern können die Anforderungen an diesen minimalen Biegeradius signifikant sinken. Je nach Faserart sind ohne erhöhte Dämpfung Biegeradien bis zu 15 mm (0,6") bzw. 7,5 mm möglich.

Für engeren Biegeradius ausgelegte Glasfasern haben viele Bezeichnungen, so zum Beispiel „biegeunempfindlich“, „biegefest“ oder „biegeoptimiert“. Manche dieser Bezeichnungen sind jedoch missverständlich. Sie können Entwickler und Installationsunternehmen zu der Auffassung verleiten, dass Glasfasern mit reduziertem Biegeradius für all die Kräfte unempfindlich sind, die die Dämpfung erhöhen und zum Ausfall einer Glasfaserverbindung führen können. Mitarbeiter und externe Techniker können von falschen Voraussetzungen hinsichtlich Lebensdauer und Leistungsdaten der Glasfasern ausgehen, wodurch erhebliche Beeinträchtigungen in der Netzwerkleistung auftreten können. ADC KRONE verwendet daher den Begriff „Reduced Bend Radius“ oder „Reduzierter Biegeradius“. Im folgenden erhalten Sie Informationen über den richtigen Einsatz und die fachgerechte Installation dieses Produktes.



## Was sind Glasfasern mit reduziertem Biegeradius?

Wie erwähnt, können Glasfasern mit reduziertem Biegeradius in Verteilern, Patchfeldern und Kabeltrassen enger gebogen werden. Hierzu ist wichtig zu wissen, dass alle Singlemode Glasfasertypen nach dem Prinzip der Totalreflexion arbeiten. Das Lichtsignal wird von einem Ende der Glasfaser bis zum anderen geleitet (siehe Abbildung 1). Bei Glasfasern mit reduziertem Biegeradius wird das im Faserkern geführte Licht wirkungsvoller von der Mantelschicht zurück in den Kern reflektiert. Manche Glasfasern mit reduziertem Biegeradius sind nicht mit einem angepassten Mantelprofil, sondern mit einem komprimierten Mantelprofil ausgestattet. Der Mantel besitzt einen kleineren Brechungsindex als der Faserkern, so dass das Licht im Kern geführt wird.

Unabhängig von ihrem Aufbau haben Glasfasern mit reduziertem Biegeradius eines gemeinsam: Sie funktionieren auch, wenn Makrobiegungen mit engerem Biegeradius auftreten. Hierzu gehören zum Beispiel CO-Anwendungen, bei denen die Glasfaser aus einem Patchfeld in eine vertikale Kabeltrasse geführt wird, aber auch FTTx-Anwendungen im Innern eines optischen Netzwerk-Terminals (ONT).

Die Leistungsdaten dieser Glasfasern sind sehr überzeugend. ADC KRONE hat Versuche durchgeführt, bei denen eine normale Monomode-Glasfaser ein Mal um einen Dorn mit 32 mm Durchmesser geführt wurde. Die dadurch verursachte Dämpfung lag unter 0,50 dB bei 1.550 nm. Bei einer Monomode-Glasfaser mit reduziertem Biegeradius ergaben sich beim gleichen Versuch weniger als 0,02 dB Dämpfung bei 1.550 nm.

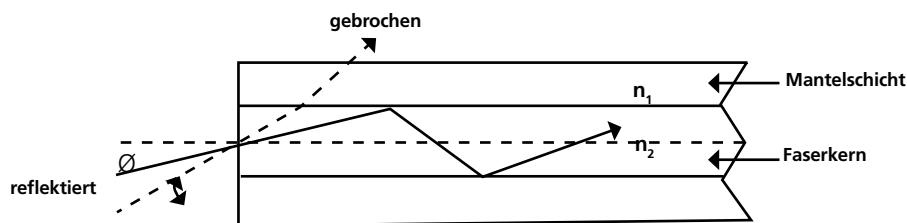


Abbildung 1

### Prinzip der Totalreflexion im Innern einer Glasfaser

Der Brechungsindex der Mantelschicht ist geringer als der Brechungsindex des Faserkerns, so dass das Licht innerhalb des Kerns geführt wird. Durch Komprimierung des Mantelprofils wird die Totalreflexion verbessert.

Um geringere Biegeradien zu ermöglichen, wird bei manchen Glasfaserstrukturen auch der Modenfelddurchmesser (MFD) geändert, also der Bereich des Faserkernquerschnitts, in dem der Großteil des Lichts geführt wird. Bei einer Monomode-Glasfaser beträgt der typische MFD etwa  $10,4 \mu\text{m}$ , bei Glasfasern mit reduziertem Biegeradius liegt er zwischen  $8,9 \mu\text{m}$  und  $10,3 \mu\text{m}$ .

Glasfasern mit reduziertem Biegeradius sind im allgemeinen darauf ausgelegt, im gesamten Wellenlängenbereich zwischen 1.285 nm und 1.650 nm verlustarm zu arbeiten. So können alle mit diesen Wellenlängen möglichen Kanäle genutzt und die Bandbreite maximiert werden. Aktuelle Fasern besitzen Low-Water-Peak- oder Zero-Water-Peak-Eigenschaften, die bei 1.383 nm keine zu stark erhöhte Dämpfung besitzen. Viele Glasfaserprodukte mit reduziertem Biegeradius erfüllen die ITU-T-Empfehlung G.657. Sie eignen sich also gut für Langstrecken- und Sprachanwendungen bei 1.550 nm und für Videoanwendungen bei 1.625 nm.

## Sind Glasfasern mit reduziertem Biegeradius leistungsfähiger?

Trotz des verbesserten Biegeradius ist der Schutz vor zu geringen Biegeradien noch immer ein wichtiges Thema – das Problem ist gegenüber regulären Glasfasern lediglich entschärft. Noch immer gibt es eine mechanische Grenze für die Radien, die beim Verlegen von Glasfasern nicht unterschritten werden darf, da sonst die strukturelle Integrität der Fasern beeinträchtigt wird.

Auch die Annahme, diese Produkte seien leistungsfähiger, ist falsch, abgesehen von ihrem außergewöhnlich guten Verhalten bei engen Biegeradien. Tatsächlich hängt die Leistung von Glasfasern mit reduziertem Biegeradius – wie bei allen anderen Glasfasern auch – von vielen Faktoren ab, nicht nur vom Verhalten bei engen Biegeradien.

Die Dämpfung von Glasfasern mit verringertem Biegeradius ist nicht besser als bei anderen Glasfasern. Es trifft zwar zu, dass sich diese Fasern ohne zusätzliche Dämpfung enger biegen lassen; werden sie aber in einer langen, geraden Strecke parallel zu einer normalen Glasfaser verlegt, zeigen sich keine Leistungsunterschiede, die dem unterschiedlichen Aufbau der Kabel zugeordnet werden könnten. Es wäre falsch zu glauben, dass Glasfasern mit reduziertem Biegeradius das Allheilmittel für alle Probleme wären, da in Wirklichkeit noch viele andere Faktoren die Leistung einer Glasfaserverbindung beeinflussen.

### Lebensdauer

Glasfasern mit reduziertem Biegeradius besitzen den gleichen Stauchwiderstand und die gleiche Zugfestigkeit wie vergleichbare Kabel mit normalen Monomode-Fasern. Wie bei diesen auch, werden Glasfasern mit reduziertem Biegeradius bei zu hoher Gewichtsbelastung gedrückt und bei zu hohen Zugkräften beschädigt. Beides verschlechtert die Dämpfung.

### Steckverbinder-Zugfestigkeit

Konfektionierte Kabel und Steckverbinder müssen die Anforderungen gemäß Telcordia® (GR326) für die Zugfestigkeit der Steckverbinder einhalten, die die Faserenden abschließen. Die Zugfestigkeit der Steckverbinder ist bei Glasfasern mit verringertem Biegeradius nicht besser als bei anderen Glasfasern. Steckverbinder, die sich leicht lösen oder austrennen lassen, verschlechtern die Dämpfung und führen zu Ausfällen.

## Leistung des Steckverbinders

Die Dämpfung des Steckverbinders, und damit letztendlich seine Leistung, wird durch die Eigenschaften der Stirnflächen bestimmt. Glasfasern mit reduziertem Biegeradius ändern die Einfügedämpfung der Steckverbinder nicht. Der Abschluss der Glasfasern und die Qualität der Steckverbinder üben also nach wie vor einen wichtigen Einfluss auf die Leistung der gesamten Glasfaserverbindung aus.

## Biegeschutz – nur einer von mehreren Bestandteilen guten Kabelmanagements

Der „Erfolg“ von Glasfasernetzwerken kann vieles bedeuten – maximale Systemverfügbarkeit, minimale Betriebs- und Materialkosten, keine Umsatzeinbußen aufgrund von Ausfällen. All diese Ziele können nur mit einem vollständigen Kabelmanagementsystem erreicht werden, das Kabelwege, Zugang zu Kabeln und Steckverbindern, physischen Schutz und natürlich Biegeschutz umfasst.

### Biegeschutz

Glasfasern mit reduziertem Biegeradius sowie Patchkabel, die gegen Makrobiegungen geschützt sind, unterliegen ebenfalls einem Biegeradius. Dieser ist zwar kleiner, aber nach wie vor vorhanden. Zudem sind auch Glasfasern mit reduziertem Biegeradius durch Mikrobiegungen gefährdet, die bleibende Schäden an den Kabeln verursachen können. Nach wie vor müssen überschüssige Kabellängen richtig gelagert werden, damit an den Glasfasern und Patchkabeln weder die zulässigen Biegeradien unterschritten noch diese durch scharfe Kanten in Rahmen und Kabeltrassen gefährdet werden.

### Kabelwege

Bei der Handhabung der Kabel sind proaktive Maßnahmen sehr wichtig. Nicht klar definierte Kabelwege führen zu „Verstopfungen“, die die Packungsdichte reduzieren, zu Verwirrung beim nächsten Techniker führen und durch Verschwendung wertvollen Platzes Kapazitäten binden. Klare, intuitive Kabelwege sind für das Glasfasermanagement in Schränken, Racks, Kabeltrassen und Patchfeldern daher unerlässlich.

### Zugang zu Kabeln und Steckverbindern

Vorne und hinten liegende Anschlüsse müssen für Wartungsarbeiten, Umbauten und Fehlersuche leicht zugänglich sein, ohne dass benachbarte Glasfasern beeinträchtigt werden. Alle Steckverbinder sind klar zu kennzeichnen, damit nicht versehentlich die falsche Verbindung gelöst wird.

Es gibt eine physikalische Grenze für die maximale Packungsdichte. Steckverbinder, die nicht richtig entfernt oder eingesetzt werden können, verursachen Probleme bei der Wartung. Ist die Anordnung zu dicht, sind Anschlussplätze im Gehäuse unter Umständen nicht zugänglich und können nicht vollständig genutzt werden.

### **Physischer Schutz**

Einmal installierte Glasfasern müssen im gesamten Netzwerk gegen versehentliche Beschädigung durch Techniker und Einrichtungselemente geschützt werden. Glasfasern, die ohne ausreichenden Schutz zwischen Einrichtungselementen verlegt werden, können leicht beschädigt werden. Die Folge sind kritische Beeinträchtigungen der Netzwerk-Zuverlässigkeit. Robustes Kabelmanagement sorgt dafür, dass jede einzelne Glasfaser gut geschützt und gegen alltäglichen Verschleiß gesichert ist.

## Die richtigen Anwendungen für Glasfasern mit reduziertem Biegeradius

Monomode-Glasfasern mit reduziertem Biegeradius sind für viele Anwendungen vorteilhaft, beispielsweise in Vermittlungsstellen, FTTx-Installationen, Datenzentren und OEM-Lösungen. Diese Fasern eignen sich besonders für Umgebungen, in denen es nur unzureichenden oder überhaupt keinen Biegeschutz gibt. Auch für sehr beengte Verhältnisse sind sie ideal.

Hier einige spezielle Anwendungen, in denen der Einsatz dieses Fasertyps sinnvoll ist:

### **Wenig Platz**

Dort, wo wenig Platz vorhanden ist und es oft kein Kabelmanagement gibt, verringern Glasfasern mit reduziertem Biegeradius die Gefahr, dass bei der Installation und Wartung vor Ort erhöhte Dämpfungswerte verursacht werden.

Dies ist meist in Mehrparteiengebäuden (Multiple Dwelling Units, MDUs) und Glasfaser-Zugangsknoten (Optical Network Terminals, ONTs) für FTTx-Installationen der Fall.

### **Kein Glasfasermanagement**

Die Vorteile von Schränken mit aktiver Technik und Routern – also die Stellen, an denen die Steckvorgänge (Moves, Adds and Changes) stattfinden – sind der ideale Einsatzort für Patchkabel und Mehrfaser-Breakout-Konfektionen mit reduziertem Biegeradius. Viele aktive OEM-Komponenten haben keine Begrenzungen für den Biegeradius oder Schutzvorrichtungen an der Geräte-Frontplatte.

### **Platz ist wertvoll**

Patchkabel und Mehrfaser-Breakout-Konfektionen, die enger gebogen werden können, bieten bei gleich bleibenden Zugangsmöglichkeiten höhere Packungsdichten der aktiven Elemente in Racks und Schränken. Glasfasern mit reduziertem Biegeradius können dazu beitragen, dass die Hersteller aktiver Komponenten die Größe ihrer Elektronik verringern können, um höhere Packungsdichten bzw. bessere Belüftung zu erreichen. Allerdings ist es auch bei solchen Anwendungen besonders wichtig, auf ordnungsgemäßes Kabelmanagement zu achten.

Engere Biegeradien geben OEMs auch die Möglichkeit, mehr Funktionen in ihre aktiven Elemente zu packen und gleichzeitig weniger Gehäuseplatz zu belegen.

Natürlich liegt einer der wichtigsten Vorteile von Glasfasern mit reduziertem Biegeradius in ihrer Eignung für Anwendungen mit hoher Bandbreite. Bei Standard-Glasfasern fallen zuerst die Wellenlängen zwischen 1.625 nm bis 1.550 nm aus, wenn die zulässigen Biegeradien (30 mm) unterschritten werden. Der Erhalt dieser Wellenlängen auch bei engeren Radien bedeutet einen großen Vorteil für OEMs, die die Funktionen von Netzwerkeinrichtungen verbessern, sowie für Netzwerk-Manager, die alle Wellenlängen effizient über eine einzige Glasfaser-Verbindung leiten wollen.

## Zusammenfassung

Monomode-Glasfasern mit reduziertem Biegeradius haben für erhebliches Aufsehen gesorgt. Und in der Tat bedeuten sie in der Glasfasertechnik einen bedeutenden Schritt vorwärts. Sie machen intensiv beanspruchte Patchkabel und Mehrfaser-Konfektionen weniger empfindlich für Makrobiegungen, die bei Glasfaser-Verbindungen die Dämpfung erhöhen und die Bandbreite einschränken.

Jedoch gelten auch in Netzwerken, die Glasfasern mit reduziertem Biegeradius einsetzen, die Grundlagen eines ordnungsgemäßen Kabelmanagements.

Da dieser Glasfasertyp in Anwendungen mit höherer Packungsdichte eingesetzt wird, sind Faktoren wie Zugänglichkeit der Steckverbinder und Kabelwege auch hier äußerst wichtig. Glasfasern mit reduziertem Biegeradius sind nur ein Aspekt einer Kompletstrategie für ein effizientes, zukunftssicheres Netzwerkmanagement.

WHITE PAPER



KRONE



**Internet: [www.adckrone.com](http://www.adckrone.com)**

**EMEA Regional Büro:**

ADC GmbH, Beeskowdamm, 3-11, 14167 Berlin, Deutschland

Telefon: +49 30 8453-1422 • Telefax: +49 30 8453-1412

Eine Liste aller ADC Vertriebsbüros weltweit finden Sie auf der Internetseite.

Die hier veröffentlichten Angaben entsprechen dem Datum der Publikation des Dokuments. Da wir an der Optimierung unserer Produkte stetig weiterarbeiten, behalten wir uns das Recht vor, Änderungen an Spezifikationen vor Bekanntmachung vorzunehmen. Sie können zu jeder Zeit den Stand der Produktspezifikationen überprüfen, indem Sie uns in Berlin kontaktieren. ADC KRONE sieht das patentierte Produktportfolio als Corporate Angelegenheit an und verfolgt jede Art von Verstoß.

**105241DE Okt 08 Original © 2008 ADC Telecommunications, Inc. Alle Rechte vorbehalten**