

What's new in Fiberoptic

David Stoller, Business Development Manager

17.03.2026 TEC Forum



Als ich noch Jung war.....

**LICHTGESCHWINDIGKEIT UND
BANDBREITE IST UNENDLICH..**

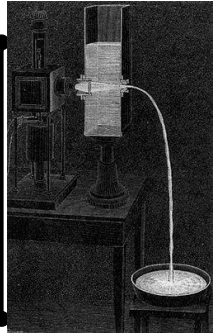
64KBIT/S

1990

200'000KM/S

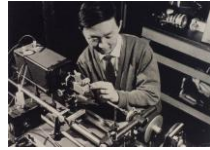


Geschichte des Lichtwellenleiters



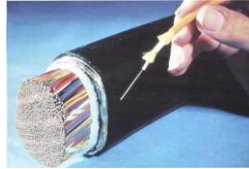
Grundlagen der Lichtleitung

Erste Experimente mit Totalreflexion



Der Entscheidende Durchbruch

Charles Kao zeigt wie Daten mit Glasfaser übertragen werden können



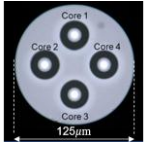
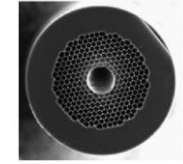
Kommerzieller Durchbruch

Faser Standardisierung
ITU-T G.651 (MM), **G.652** (SM),
1310nm Laser, erste
Langstrecken Verbindungen



Breitband und FTTH-Start

Glasfaser hält Einzug in die Wohnungen, **Entwicklung der bend-insensitive SM-Faser G.657**, CWDM verbreitet sich, GPON/EPON wird standardisiert



Gigabit- und Terabit-Ära, KI

Trend zu **G.657.A1 als universelle Faser**, erste kommerzielle Hollow-Core Faser, Multi-Core Faser in Standardisierung, 800G DWDM-Systeme erhältlich, Forschung zu 1.6Tbit/s, KI als Entwicklungstreiber

1840 -1930

1961

1966

1972

1980er

1990er

2000er

2010er

>2020

Beginn der Glasfaseridee

Erfindung des Lasers



Erste verlustarme Faser

Corning entwickelt die erste verlustarme Faser <20 dB/km



World Wide Web

Einführung **1550nm** und **DWDM**, Dot-Com Boom, IoT und erste Datacenter



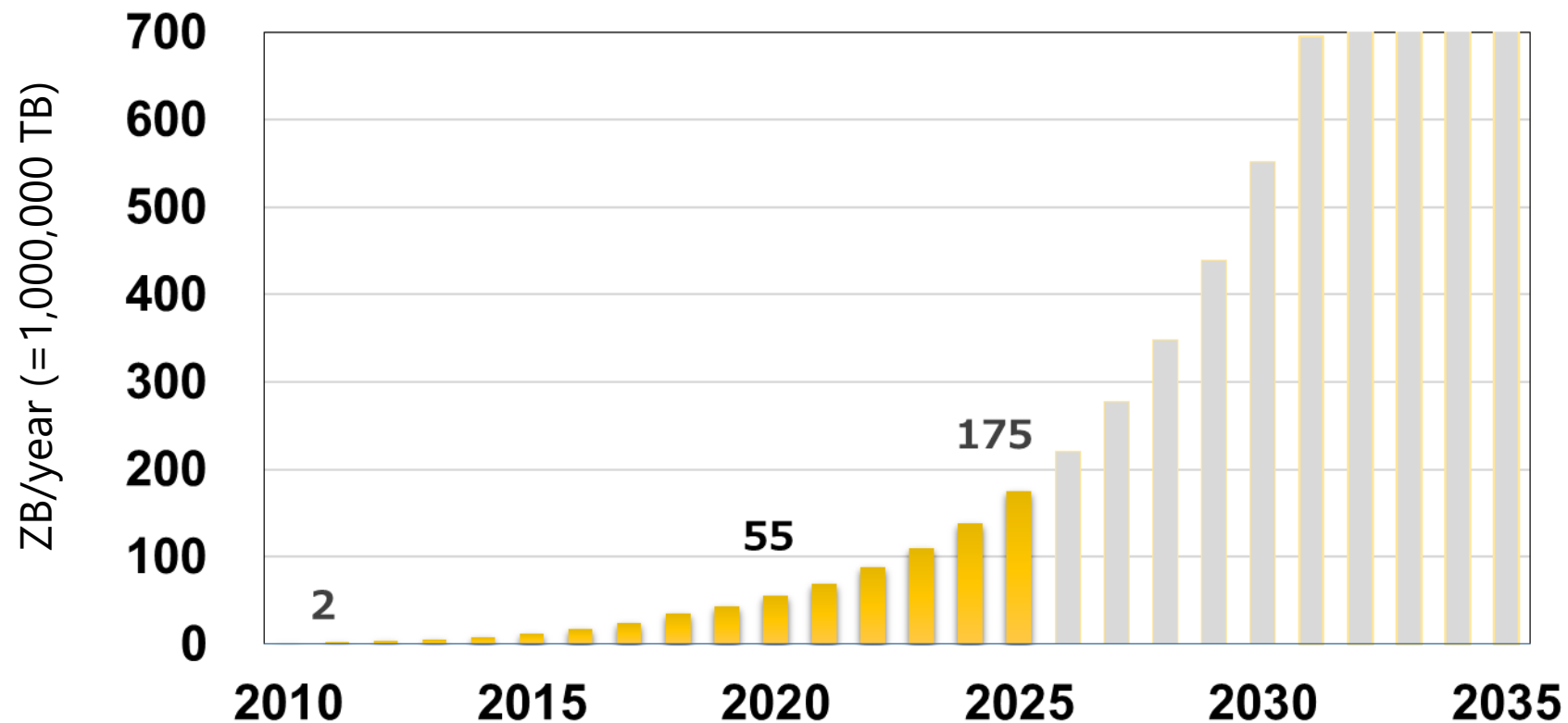
Moderne Glasfaserwelt

Hochfaser- und Mikrokabel dank **G.657**, Coherent DWDM ermöglicht bis 1Tbit/s (experimentell)



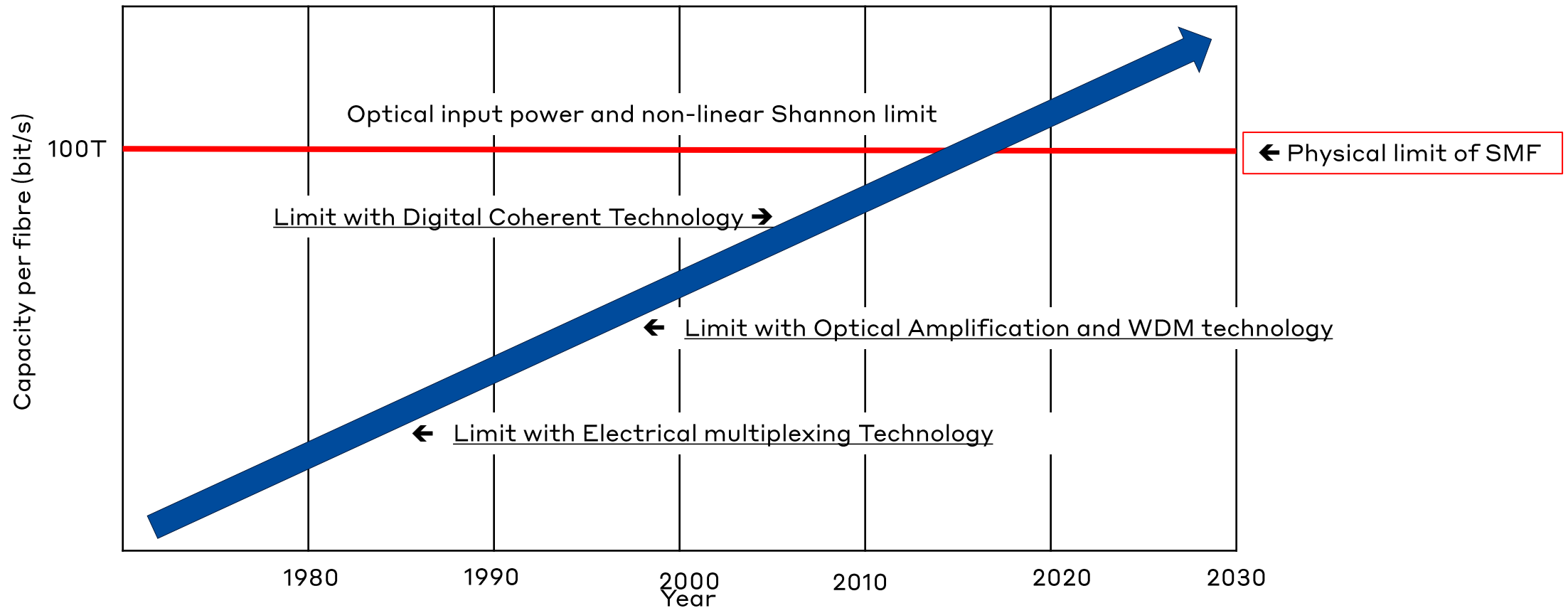
Die grosse Herausforderung

Datenverkehr steigt stetig und fordert die Kommunikationsinfrastruktur!



*Source: Data Age 2025, sponsored by Seagate with data from IDC Global DataSphere.

Physikalische Leistungsgrenze erreicht?



Mit SMF (Single-Mode Fiber) erreichbare Werte nähern sich ihren physikalischen Grenzen.

Die grossen Fragen?

Technologische Entwicklung

- Wavelength-Division Multiplexing (WDM)
- Higher-Order Modulation & Advanced DSP
- Spatial Division Multiplexing (SDM)

Glasfaser

- Standardfasern kommen an die Grenzen
- Hollow Core (HCF) in Erprobung
- Multicore (MCF) als Option



ITU-T Rec. Standardisierten Fasern

Multimode	Singlemode					
ITU-T G.651.1	ITU-T G.652.A...D	ITU-T G.653.A...B	ITU-T G.654.A...E	ITU-T G.655.A...E	ITU-T G.656	ITU-T G.657. A1/A2/B2/B3
50/125 µm Multimode Gradientenindex Faser	Standard-Single-mode Faser	Dispersions-verschobene Faser	Dämpfungs-minimierte Faser	Nicht Null Dispersions-verschobene Faser	Nicht Null Dispersion Faser	Biegeverlust unempfindliche Faser
Verabschiedet						
2007 (1988)	1984	1988	1988	1996	2004	2006
Letzte Version						
11/2018	8/2024	7/2010	8/2024	11/2009	7/2010	8/2024

Standardfasern

Multimode

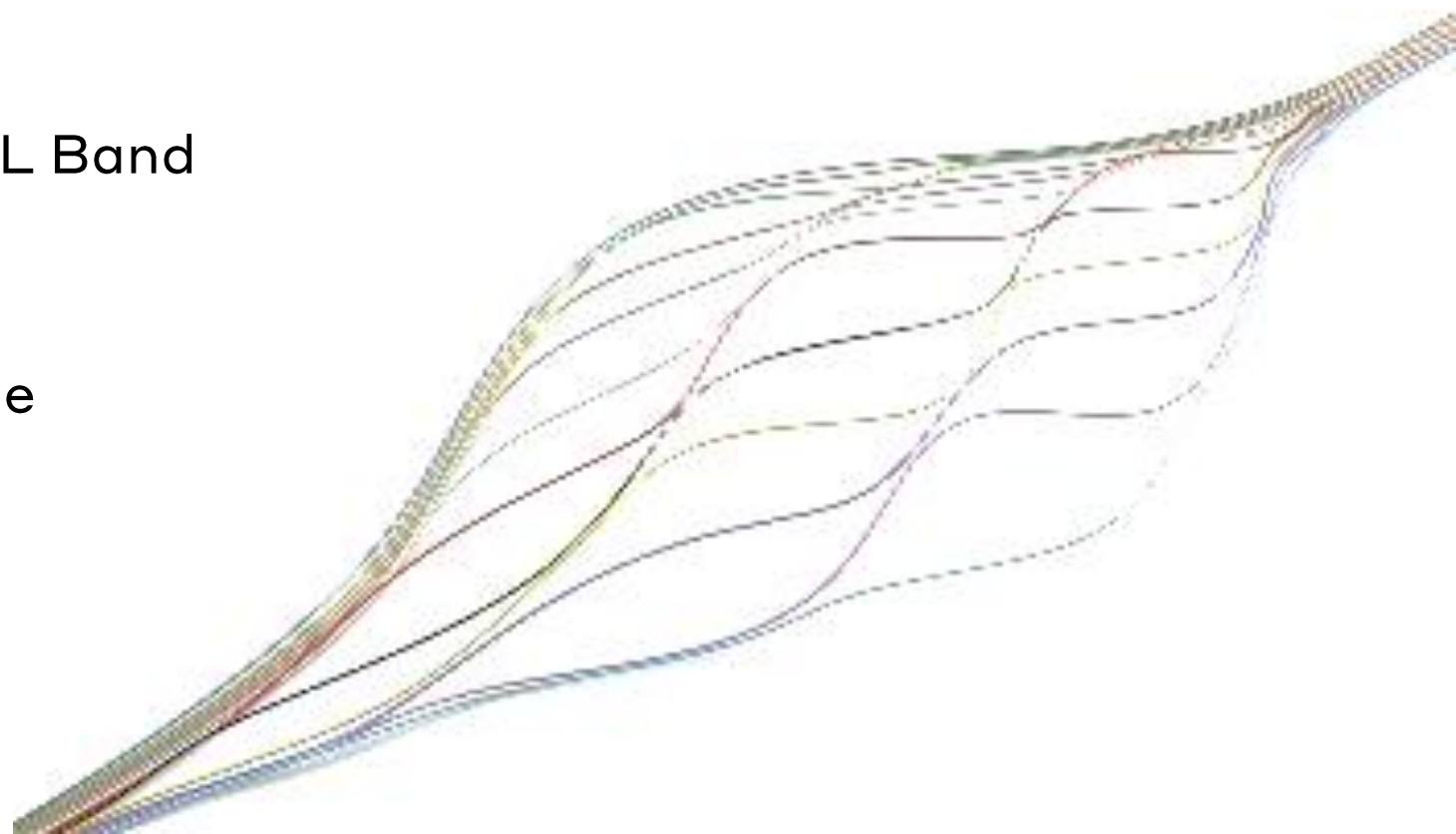
- Braucht es im Datacenter noch Multimode?

Singlemode

- G.652.D/G.657.A1 / A2
- G.654.E optimiert für 1550nm C/L Band

Vorteile

- Standard – bewährte Technologie
- Verfügbarkeit
- Wirtschaftlichkeit
- Connectivity

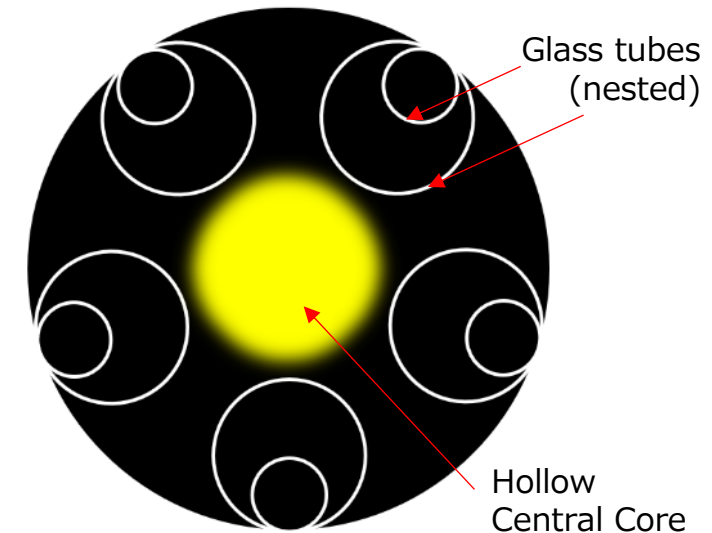


Hollow Core Fasern - HCF

Typische HCF haben einen hohlen Kern (Luft / vacuum), darin das Licht transportiert wird, mit einem Micro Mantelglas und einer hauchdünnen, hochpräzisen Glas Struktur

Vorteile:

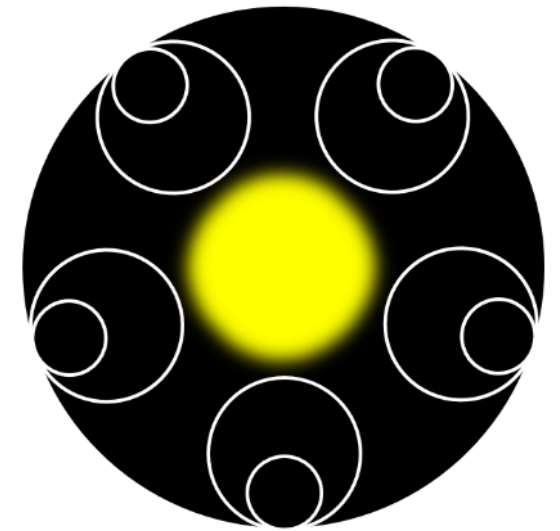
- Kleine Latenzzeit - 30-47% schneller
- 1000-km-Verbindungen werden Millisekunden eingespart!
- Dispersion 7x geringer
- Breites Übertragungsspektrum 700 – 2300nm
- Hohe Laserleistungen >30dBm (1W)



Hollow Core Fiber - Herausforderungen

Herausforderungen wie komplexe Herstellung, Fusionspleissen und höheren Kosten.

- Komplexer Aufbau – Wirtschaftlichkeit
- Komplexes Spleissen HCF auf SMF - erhöhte IL >0.10dB
- Messen mit OTDR - schwierig für Fehlersuche
- Empfindlicher auf Biegeradien und Querdruck



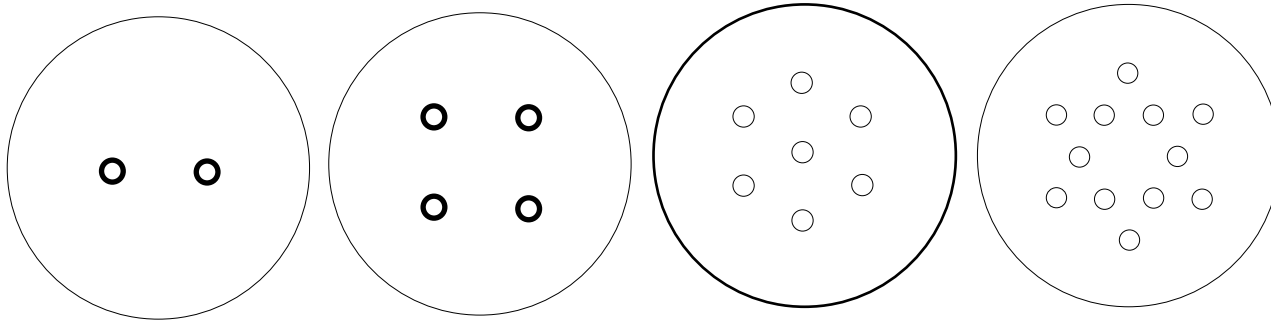
Kommt Sie oder nicht?

Die Vergangenheit lehrt mich – es kommt!

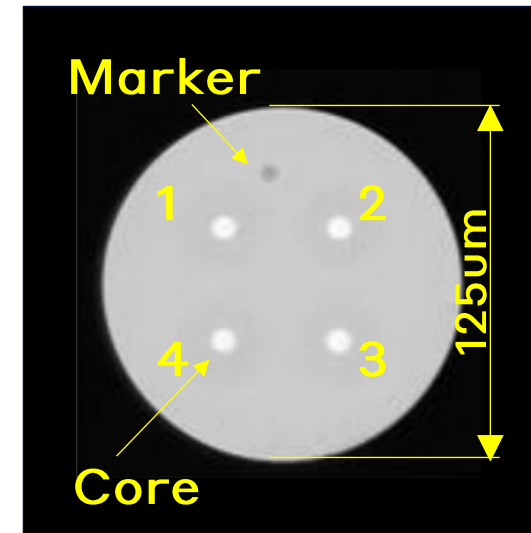
Multi-Core Fiber - MCF

Eigenschaften

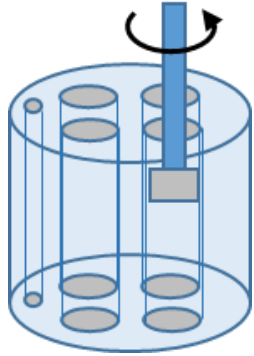
- Aufbau 2-4-7-12 oder mehr Kerne in einer Faser
- Seit 2010 in der Forschung
- Mit Spatial Division Multiplexing (SDM) Bandbreite erhöhen
- Kabelaufbau reduzieren – Höhere Faserkerndichte
- Identische Werte wie eine Standard SMF



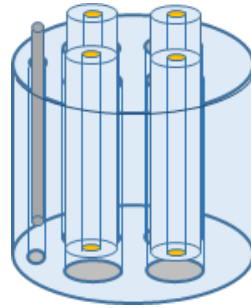
Quelle: Fujikura Europe Ltd.



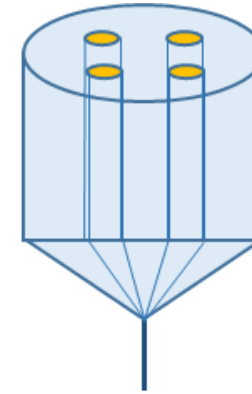
Herstellprozess MCF



Bohrlöcher in
Mantelstab



Montage von 4 Kernstäben
+ 1 Markierungsstab



Ziehprozess

Rekord von Fujikura:
Im Jahr **2023** wurden 600 km MCF aus einer einzigen Preform gezogen.

Quelle: Fujikura Europe Ltd.

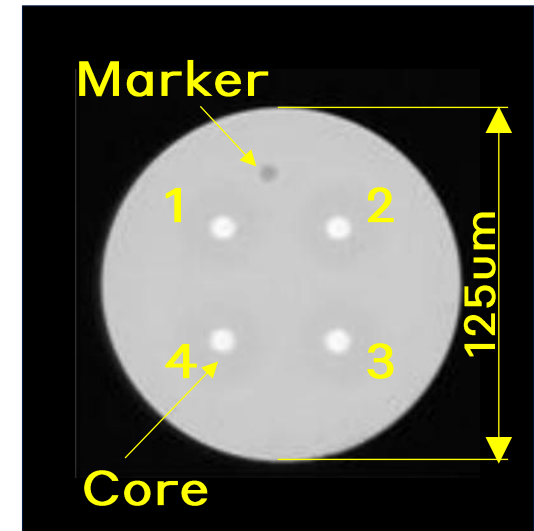
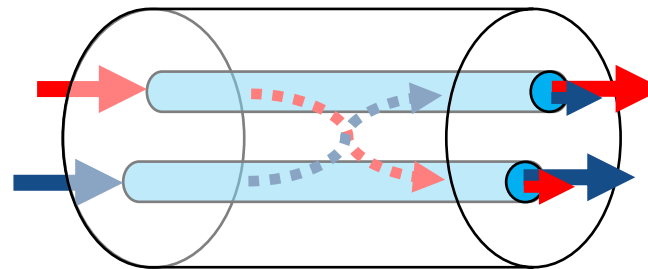
Optische Werte der 4Kern-MCF

Parameter	Typischer Wert
Coating	250 / 200 μm
Mantelglas	125 μm
Kerngang	40 μm
Modenfeld bei 1310nm	8,4 μm

ITU-T G.657.A1-konformes Design

Kern-zu-Kern-Übersprechen von anderen 3 Kernen

- \sim -60 dB bei 1 km @ 1310nm
- \sim -30 dB bei 1 km @ 1550nm



4-Core MCF

Quelle: Fujikura Europe

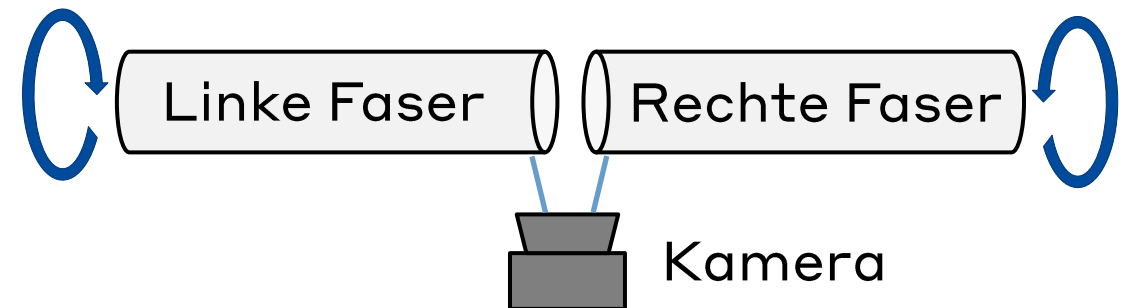
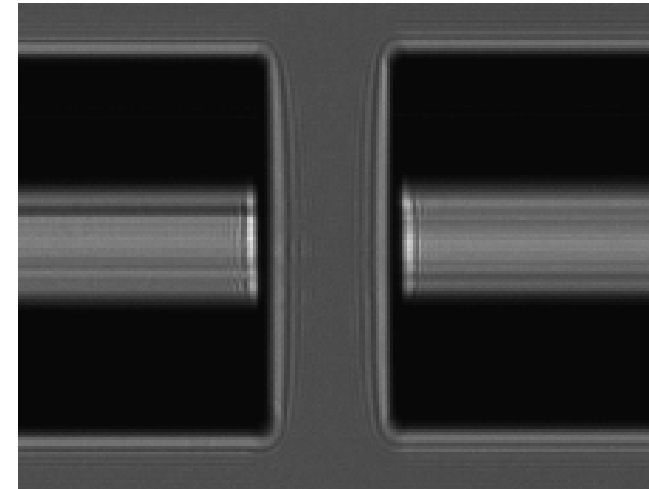
MCF-Fusionsspleissgerät

Spleissgerät mit Rotationsausrichtung für polarisationserhaltende Fasern

Kompatibel für MCF mit 4 Kernen



FSM-100P (Fujikura)

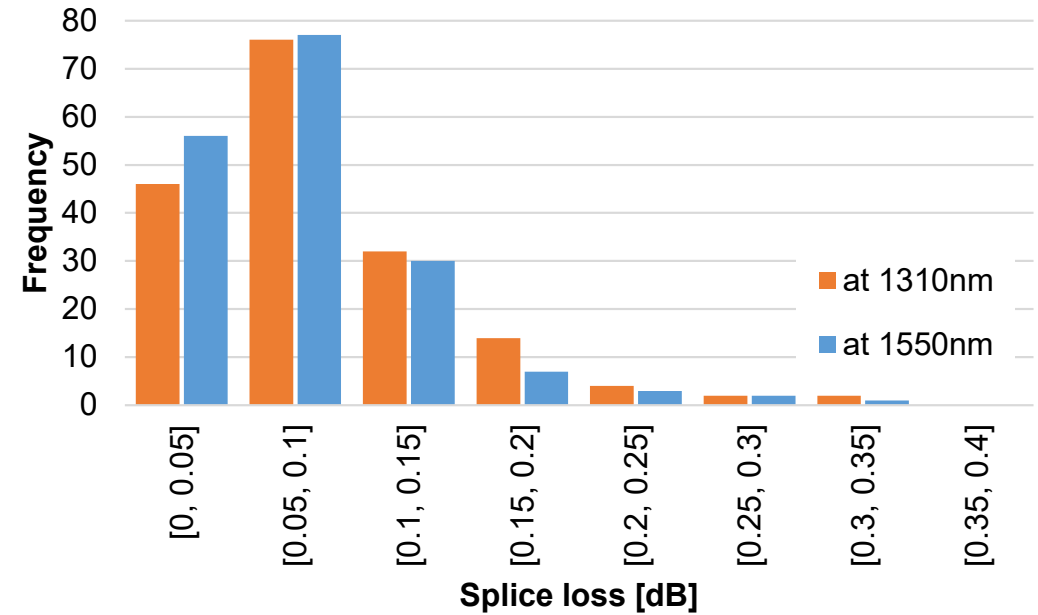


Quelle: Fujikura Europe

MCF-Spleissleistung

Performance Test

- 44 Spleissungen
- 176 Kerne



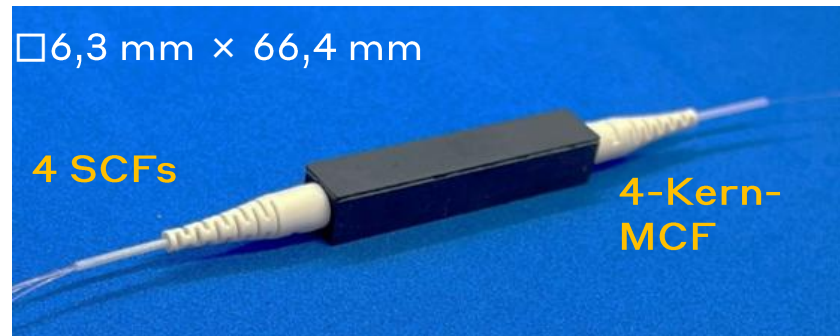
Wellenlänge (nm)	Durchschnitt (dB)	Max. (dB)	Min. (dB)
1310	0,09	0,35	0,00
1550	0,08	0,31	0,00

Quelle: Fujikura Europe

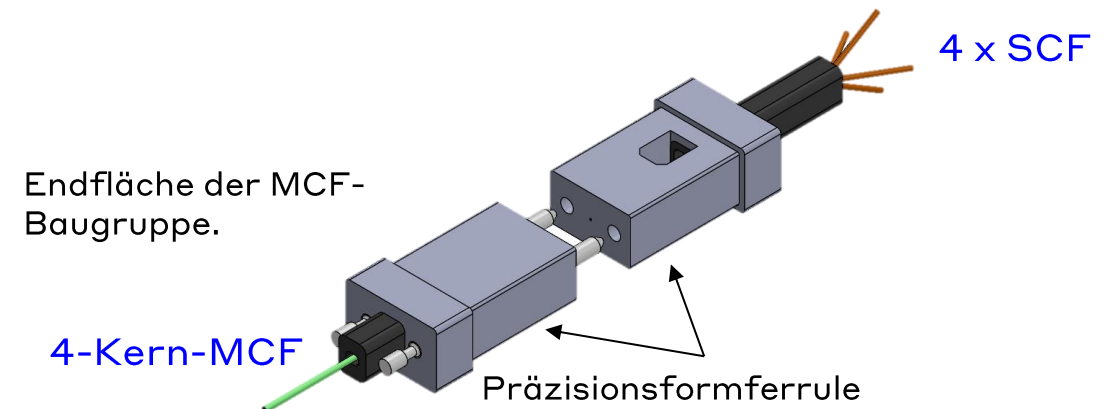
Adaptierung auf Singlecorefibre mit FIFO

MCF-Fan-in-Fan-out-Komponente (FIFO)

- Adaptierung von 4-Kern-MCF zu 4 SCFs
- Kunststofferrule mit D-förmiger Öffnung für die passive Ausrichtung gebündelter Fasern



IL bei 1310 nm	Durchschnitt: < 0,15 dB Max.: < 0,3 dB
RL bei 1310nm	Max. > -50 dB

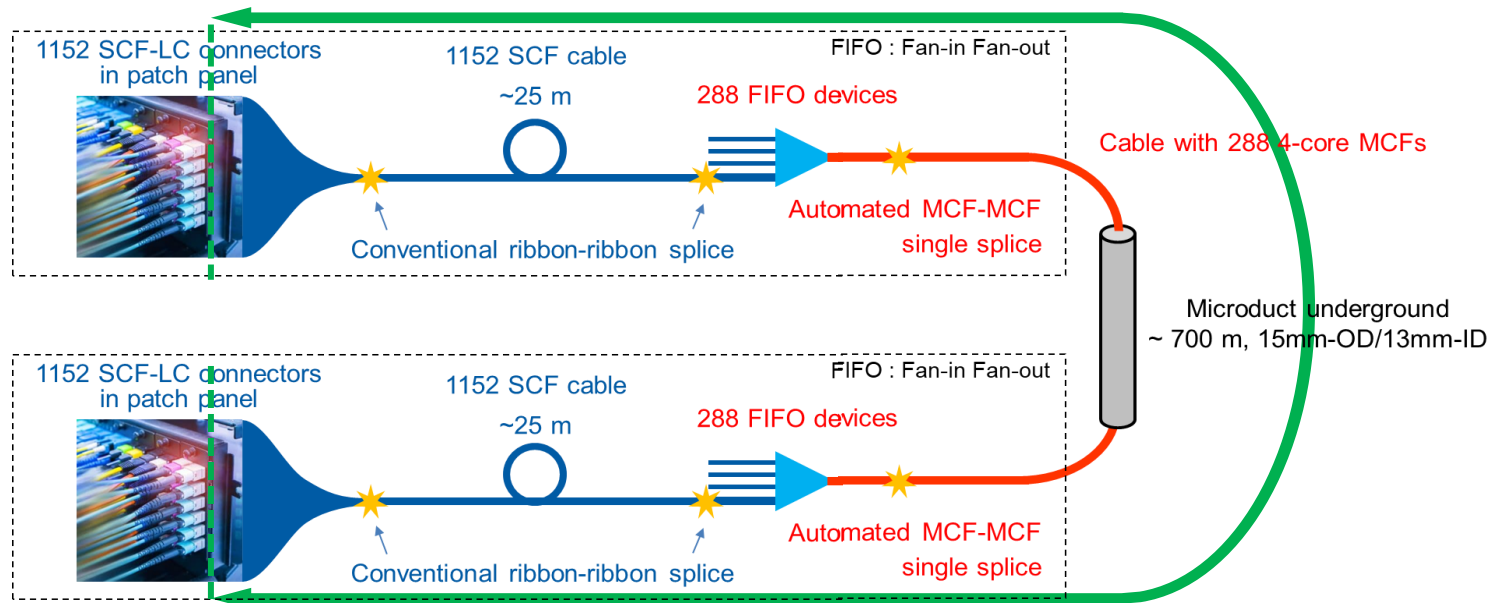


Quelle: Fujikura Europe

Feldinstallationsversuch - Verbindungsverlust

Feldtest

- 1152 Fasern End to End auf LC
- 288 FIFO-Komponenten
- Single Fiber und Ribbon



Wellenlänge (nm)	Typischer IL-Wert MCF-Komponenten (dB)			Typischer IL SCF-Komponenten (dB)			Erwarteter IL (dB)	Gemessene IL (dB)
	MCF-Kabel 0,7 km x1	MCF Spleiss x2	FIFO Komp. x2	Band Spleiss x4	SCF-Kabel 0,025 km x2	SCF-LC Stecker x2		
1310	0,34 x 0,7 x 1	0,09 x2	0,29 x2	0,05 x4	0,01 x2	0,10 x2	1,44	1,46
1550	0,20 x 0,7 x 1	0,08 x2	0,30 x2				1,32	1,17

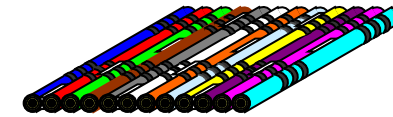
Quelle: Fujikura Europe

Keine unerwarteten zusätzlichen Verluste beobachtet!

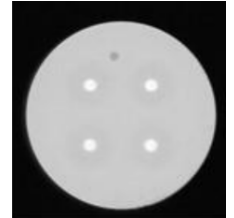
Hauptvorteile von MCF

Fibre Division Multiplexing : Kabel mit hoher Faserdichte

- Der technisch einfachste Ansatz besteht darin, mehrere optische Fasern einschließlich „Ribbon“-Fasern zu verwenden, um höhere Gesamtraten zu erzielen.



Ribbon Technology

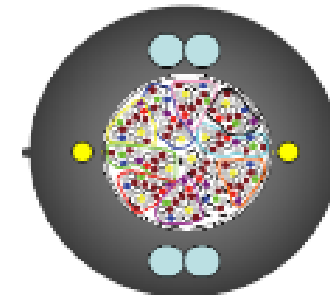


Multi-Core-<Fibre

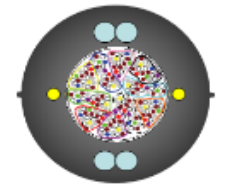
Multicore Fasern

- Potenziell wirtschaftlichere Lösung – für weite Übertragungstrecken mit hoher Anzahl von Übertragungskanälen

1152 Core cable



18.5mm SCF



12.0mm 4-core MCF

Der Vergleich - HEUTE

Single core SMF	MultiCOreFibre MCF	HollowCoreFibreHCF
<p>HEUTE Standardisierte Lösung</p> <ul style="list-style-type: none">• Kosteneffiziente Bereitstellungen• Ausgereift, serienmässig hergestellte und wirtschaftliche Produkte• Sehr gut in Bezug auf Installation und Systemtauglichkeit	<p>Nahe Zukunft Kapazitätssteigerungen bei SDM</p> <ul style="list-style-type: none">• Kapazitätssteigerungen bei Reduzierung der Kabeldichte• Hohe Herstellungskosten• Standardisierungslücken• Spezielle Spleissverfahren und deutlich höhere Investitionskosten• Schnelle Entwicklung hin zu praktischen Einsätzen (Feldversuche, frühe Kommerzialisierung)	<p>Zukunft Unübertroffene Latenzleistung für bestimmte Anwendungen.</p> <ul style="list-style-type: none">• Niedrige Latenzzeiten• Extrem teuer, nicht skalierbar• Nischenanwendungen• Verbesserte Dämpfungswerte• In Zukunft weitere Anwendungsmöglichkeiten möglich

Und in 10 Jahren?

Der ungebremste Hunger an Bandbreite bleibt!

- Physikalisches Limit der SMF erreicht
- Hollow Core Fiber – langsam im Einsatz – teuer
- Mit Multi Core Fiber
 - Erhöhen der Faserdichte – Produkte Serienreif
 - Hochfaserige Ribbon Kabel und MCF wird Standard sein!

ES BLEIBT SPANNEND!



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Das Team der Connect Com ist gerne für Sie da!



David Stoller

Business Development Manager

+41 79 333 91 31

david.stoller@ccm.ch