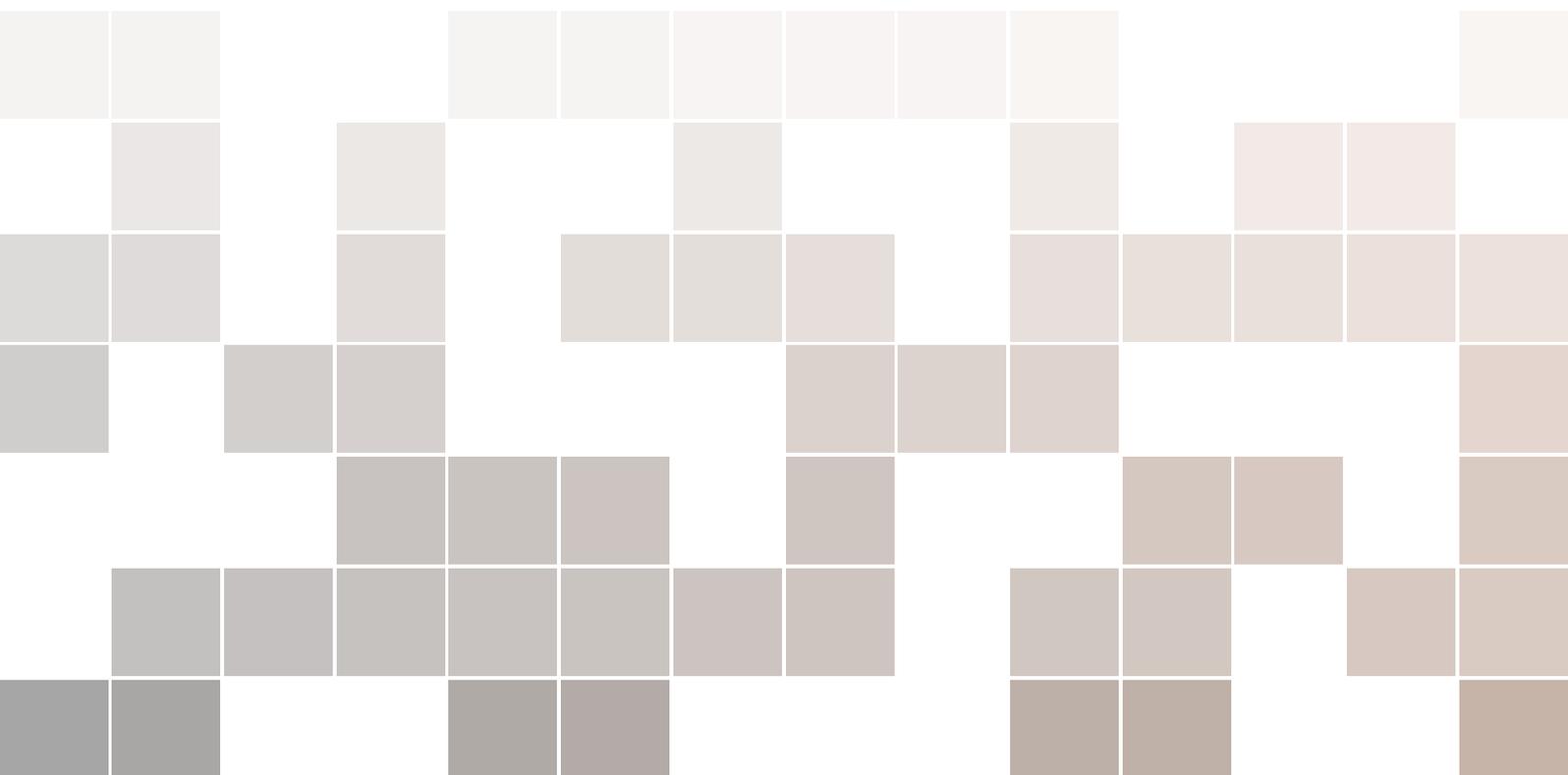


# **Der kleine Fiber Guide**

**Kabel, Stecker, Optiken - eine Übersicht**

**Matthias Cramer**



Copyright © 2015 - 2018 Matthias Cramer

PUBLISHED BY FREESTONE SYSTEMS

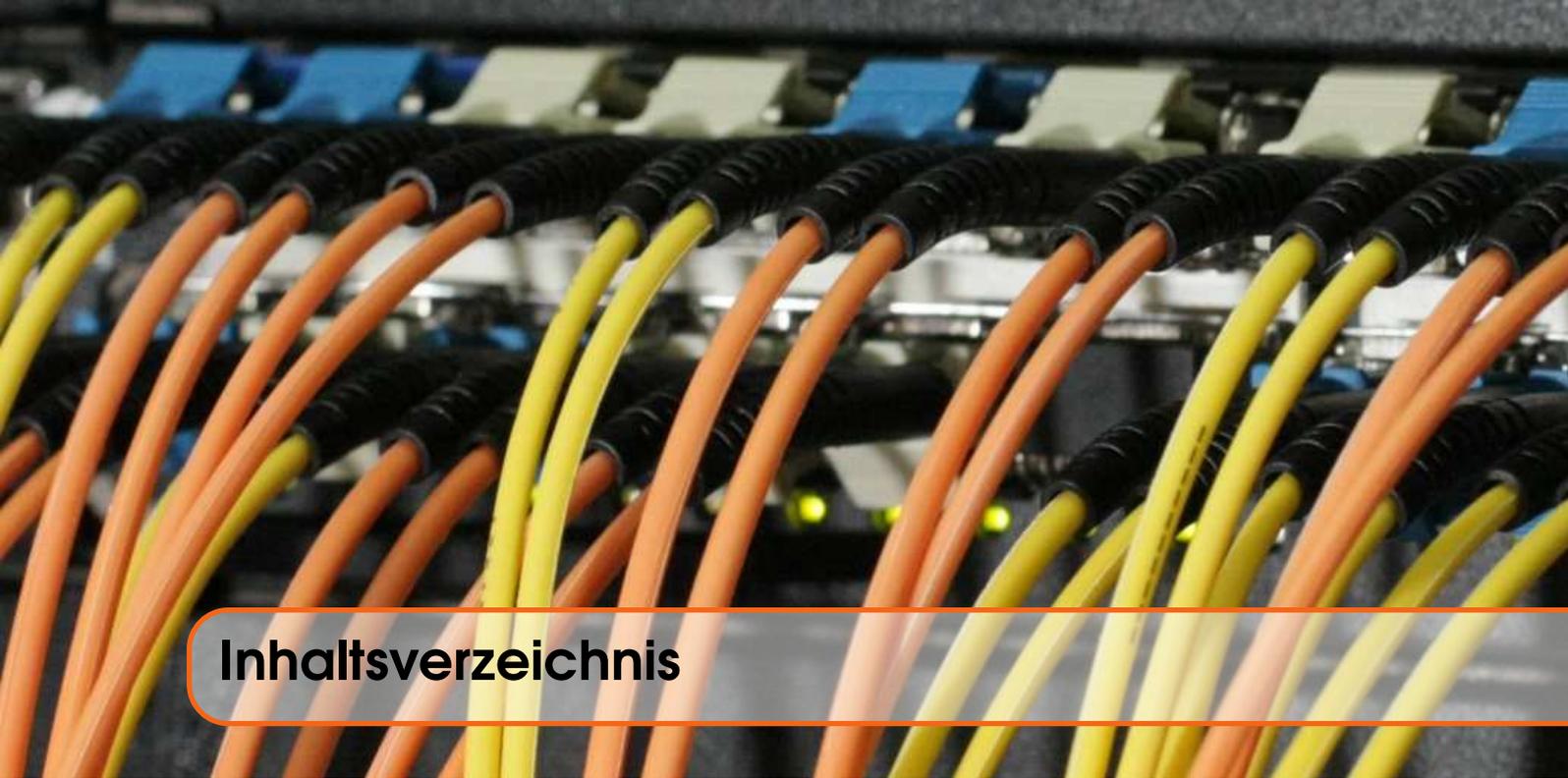
WWW.FREESTONE.NET

Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (the “License”). You may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

*First Edition, June 2015*

*Second Edition, January 2018*

The Legrand Orange Book L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X template downloaded from: <http://www.LaTeXTemplates.com>  
Original author: Mathias Legrand ([legrand.mathias@gmail.com](mailto:legrand.mathias@gmail.com)) with modifications by: Vèl ([vel@latextemplates.com](mailto:vel@latextemplates.com))  
License: CC BY-NC-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>)



# Inhaltsverzeichnis

0.1	Vorwort	4
<b>1</b>	<b>Kabel Arten</b> .....	<b>5</b>
1.1	Unterscheidungsmerkmale	5
1.1.1	Singlemode .....	5
1.1.2	Multimode .....	5
1.2	Multimode vs. Singlemode	5
<b>2</b>	<b>Stecker Typen</b> .....	<b>7</b>
2.1	Steckeraufbau	8
2.2	PC vs. APC	8
2.3	Pflege / Reinigung	9
<b>3</b>	<b>Optiken</b> .....	<b>10</b>
3.1	Wellenlängen	11
3.2	BiDi/Singlefiber Optiken	11
3.3	WDM	11
3.3.1	CWDM (Coarse WDM) .....	12
3.3.2	DWDM (Dense WDM) .....	12

## 0.1 Vorwort

Dieser kleine Fiber Guide ist an alle gerichtet, welche keine oder nur wenig Erfahrung mit Glasfaser basierten Netzwerken und Verkabelungen haben. Ziel ist es ein Verständnis der wichtigsten Kabel und Steckertypen zum verbinden der einzelnen Netzwerkkomponenten zu vermitteln. Auch erhält der Leser eine Übersicht der wichtigsten optischen Komponenten.



# 1. Kabel Arten

Es gibt prinzipiell 2 Kabelkategorien. Multimode und Singlemode (manchmal auch Monomode genannt). Beide Kabelarten gibt es wiederum in unterschiedlichen Qualitätsstufen und Ausführungen. Für die meisten Anwendungszwecke sind jedoch nur die Multimode Arten von Interesse.

## 1.1 Unterscheidungsmerkmale

Multimode Kabel gibt es in zwei unterschiedlichen Ausführungen 62.5/125 $\mu\text{m}$  und 50/125 $\mu\text{m}$ , diese wiederum sind in verschiedenen Aufbauformen (OM2 – OM4) erhältlich. Singlemode ist immer 9/125 $\mu\text{m}$ . Die verschiedenen Kabelarten sollten niemals auf einer Strecke gemischt werden, dies führt in der Regel dazu, dass viele Übertragungsfehler auftreten oder sogar eine Kommunikation verunmöglicht wird.

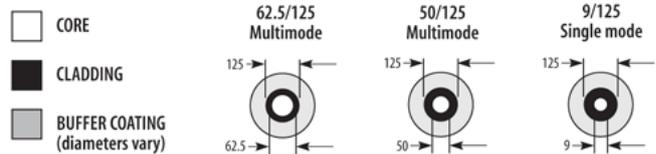


Abbildung 1.1: Kabel Arten

### 1.1.1 Singlemode

Singlemode Patchkabel haben in der Regel eine gelbe oder bei älteren Kabeln einen grüne Mantel Farbe.

### 1.1.2 Multimode

Multimode Patchkabel haben folgende Farben:

- 50/125 $\mu\text{m}$  OM2, Orange; OM3,OM4 Türkis
- 50/125 $\mu\text{m}$ , 62.5/125 $\mu\text{m}$  OM1 Orange

Es gibt jedoch auch Abweichungen von diesen Normen. Deshalb immer die Beschriftung auf dem Kabel zu beachten.

## 1.2 Multimode vs. Singlemode

Multimode Fasern werden ausschliesslich für kurze Distanzen eingesetzt. Die maximale Reichweite liegt bei 450m – 4km je nach eingesetzter Kabelqualität und Übertragungsoptik.

OM1 und OM2 sind für LED Optiken optimiert und werden meist nur für 1Gbps eingesetzt. Auf kurze Strecken (OM1 33m, OM2 82m) können diese auch für 10Gbps eingesetzt werden.

OM3 und OM4 sind für Laser Quellen optimiert und sind für 10Gbps und OM4 sogar für 100Gbps geeignet.

Singlemode Fasern können auf Strecken von mehreren hundert Kilometern verwendet werden, sofern man genügend leistungsfähige Optiken einsetzt. Sie eignen sich jedoch genau so gut für kurze Distanzen. Beim Einsatz auf sehr kurzen Distanzen (<100m) sollte man jedoch darauf achten, dass der Empfangspegel den maximal zulässigen Wert der Optik nicht überschreitet, ansonsten wird dieser nach kurzer Zeit „blind“. Den Empfangspegel kann man entweder mit einem „Optical Power Meter“ oder wenn vom Gerät unterstützt mit der DOM/DDM Funktion der Empfangsoptik (SFP) prüfen. Den Empfangspegel kann man mit Dämpfungsgliedern senken. Diese sind in verschiedenen Dämpfungsgraden erhältlich (typisch: 1dB, 3dB, 5dB, 10dB).

## 2. Stecker Typen

Stecker	Kupplung	Bezeichnung	Ferrule
		E2000/APC	2.5mm
		FC/PC	2.5mm
		ST/PC	2.5mm
		SC/APC	2.5mm
		SC/PC	2.5mm
		LC/PC	1.25mm

		LC/APC	1.25mm
		MPO	–

Tabelle 2.1: Stecker Typen

Generell gibt es alle Steckertypen für Single und Multimode Fasern. Stecker von Multimode Kabeln haben meist beige oder graue Stecker, Singlemode grün oder blau.

- Blaue Stecker = PC (Physical Contact) oder UPC (Ultra Polished Physical Contact)
- Grüne Stecker = APC (Angled Physical Contact)

APC und PC/UPC Stecker dürfen nie aufeinander gesteckt werden. Dies kann zu einem Luftspalt oder sogar zur Beschädigung der Stecker führen.

MPO Stecker enthalten 12 oder 24 Fasern. Bei der 12 Faser Ausführung sind diese in einer Reihe angeordnet, bei 24 Fasern sind dies zwei Reihen übereinander à 12 Fasern. Bei 40Gbps Optiken werden die 12 fasrigen Kabel, bei 100Gbps die 12 oder 24 fasrigen Kabel benötigt.

FC und ST Stecker sehen sich recht ähnlich, passen jedoch nicht zusammen. FC Stecker haben einen Schraub-, ST einen Bajonettverschluss. Bei FC Steckern muss speziell darauf geachtet werden das der Key am Stecker korrekt auf die Aussparung an der Kupplung ausgerichtet wird. ■

## 2.1 Steckeraufbau

Wichtig beim Aufbau des Steckers für das Verständnis des restlichen Dokumentes ist die Ferrule. Sie ist aus Keramik oder Hartkunststoff gefertigt und sorgt dafür dass die Faser geschützt und beim Einstecken zentriert wird. Sie wird von einer Feder nach vorne gedrückt, so das immer ein sauberer Kontakt zur gegenüberliegenden Faser hergestellt wird.

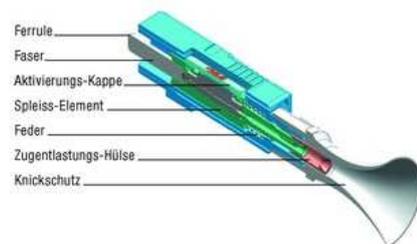


Abbildung 2.1: Stecker Aufbau

## 2.2 PC vs. APC

Bei PC Steckern ist die Ferrule vorne am Stecker gerade geschliffen. Bei APC Steckern  $8^\circ$  abgeschrägt. APC hat den Vorteil, dass weniger Reflexionen in die Faser gelangen und dadurch der Rausch-Abstand und Return Loss besser sind. APC Stecker werden in der Regel auf längeren Strecken und eingesetzt.

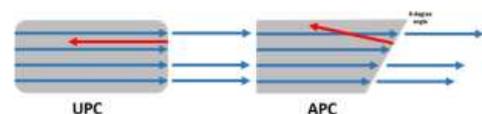


Abbildung 2.2: Reflexionen bei PC und APC Steckern

Es darf niemals ein APC mit einem PC Stecker verbunden werden da sonst die Faser beschädigt werden kann. Auf Seite der Optik sollten immer PC Stecker verwendet werden. ■

### 2.3 Pflege / Reinigung

Stecker und Kupplungen sollten nur mit dafür vorgesehenen Reinigungsmitteln/Geräten gereinigt werden. Hierzu gibt es einfach zu handhabende Geräte für die Reinigung von Steckern und Kupplungen. Bei den Kupplungen ist zu beachten, dass es solche mit 1.25mm und 2.5mm Ferrulendurchmesser gibt.

Sehr stark verschmutzte Kabel sollten nicht mehr verwendet werden oder im Notfall mit hochprozentigem Alkohol (>95%) und fuselfreien Baumwolltüchern gereinigt werden.

Der Verschmutzungszustand kann mit einem entsprechenden Fiber Mikroskop oder Fiber Kamera begutachtet werden.



Beim Verwenden eines Mikroskops immer darauf achten, dass die Faser nicht beleuchtet ist. Es können sonst Augenverletzungen durch die Laserstrahlen entstehen. ■



Abbildung 2.3: Reinigungsgeräte

### 3. Optiken

Es gibt eine Vielzahl verschiedener Optikbauformen. Jedoch nur wenige davon sind weit verbreitet. Die meist angetroffenen sind SFP, SFP+, QSFP+ und QSFP28.

	Typ	Beschreibung	Stecker	Speed
	SFP	Small Formfactor Pluggable (mini GIBIC)	LC Dublex, LC Simplex, RJ45, SC	100Mbps – 1Gbps
	SFP+	Small Formfactor Pluggable Plus	LC Dublex, LC Simplex, RJ45	8Gbps – 16Gbps
	XFP	10 Gigabit Small Form Factor Pluggable <small>(X steht für die römische Zahl 10)</small>	LC Dublex, LC Simplex	10Gbps
	GIBIC	Gigabit Interface Connector <small>Wird nur noch selten verwendet.</small>	LC Dublex, LC Simplex	10Gbps
	QSFP+	Quad SFP+ <small>4 × 10Gbps</small>	LC, MPO	40Gbps
	CFP	C Form-factor Pluggable <small>(C steht für die römische Zahl 100)</small>	LC, SC, MPO	100Gbps

	Typ	Beschreibung	Stecker	Speed
	CFP2	C Form-factor Pluggable 2	LC, MPO	100Gbps
	CFP4	C Form-factor Pluggable 4	LC, MPO	100Gbps
	QSFP28	Quad SFP 28 (28Gbps per Lane)	LC, MPO	100Gbps

Tabelle 3.1: Stecker Typen

Daneben gibt es noch Hersteller proprietäre Optiken wie X2 oder Xenpack von Cisco.

### 3.1 Wellenlängen

Das ausgesandte Licht der Optiken hat immer eine bestimmte Wellenlänge, welche in nm (Nano Meter) angegeben wird. Der Empfangsteil der Optik ist in der Regel breitbandig und hat keine Wellenlängen-Einschränkung (Ausgenommen BiDi/Singlefiber Optiken)

- Auf Multimode Kabeln werden in der Regel Optiken mit 850nm eingesetzt.
- Auf Singlemode Kabeln werden in der Regel Optiken mit 1310nm eingesetzt.

### 3.2 BiDi/Singlefiber Optiken

BiDi (Bidirectional) oder Singlefiber Optiken können RX (Empfangen) und TX (Senden) über eine einzige Faser betrieben werden. Hier zu müssen zwei zueinander passende Optiken eingesetzt werden. Auf dem RX Kanal ist ein Optischer Filter eingebaut, damit die Optik die Reflexionen des eigenen Senders nicht stört. Daher sind RX und TX auf zwei verschiedenen Wellenlängen. Bei 1Gbps Optiken ist dies typischerweise 1310nm und 1490nm oder 1550nm.

Die Optiken auf einer Strecke müssen daher z.B.:

- Seite A: RX 1490nm / TX 1310nm
- Seite B: RX 1310nm / TX 1490nm

aufweisen.

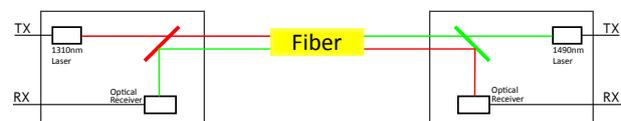


Abbildung 3.1: Schematischer BiDi Aufbau

### 3.3 WDM

WDM steht für „Wavelength-division multiplexing“ Mittels WDM können mehrere Signale über eine Faser übertragen werden. Hierfür verwendet man Optische Multiplexer (MUX) und Demultiplexer (DEMUX). Der Multiplexer führt die verschiedenen Wellenlängen (auch Farben genannt) auf eine Faser und der Demultiplexer filtert die einzelnen Wellenlängen wieder auseinander.

Es gibt zwei Arten von WDM Systemen:

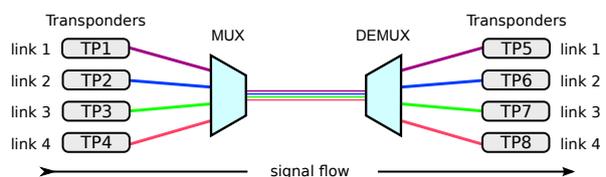


Abbildung 3.2: WDM Aufbau

### 3.3.1 CWDM (Coarse WDM)

18 Kanäle von 1270 nm bis 1610 nm mit 20nm Kanalabstand. Auf alten Kabeltypen sind die Wellenlängen 1270 – 1490 wegen zu hoher Dämpfung nicht brauchbar.

CWDM Strecken sind von der Länge her beschränkt, da Sie nicht einfach optisch verstärkt werden können.

### 3.3.2 DWDM (Dense WDM)

64+ Kanäle mit 100GHz (0.8nm) Kanalabstand. Referenzkanal C31 (Kanal 31) ist bei 193.10 THz (1,552.52 nm).

Es gibt auch DWDM Systeme mit 50GHz und 25GHz Kanalabstand und bis zu 160 Kanälen.

DWDM Strecken können mehrere hundert km lang gebaut werden, wenn man in gewissen Abständen Verstärker (EDFA Amplifier) einsetzt.