

DIN EN IEC 63098-2

ICS 33.060.20; 33.180.99

Einsprüche bis 2021-04-19

Entwurf

**Sendeanlagen zur Funkkommunikation –
Standard für Rundfunk-über-Glasfaser-Übertragungssysteme und deren
Leistungsfähigkeit –
Teil 2: Auf Rundfunk-über-Glasfaser basierendes Fronthaul-Netzwerk für
Zugfunksysteme
(IEC 103/196/CD:2020);
Text Deutsch und Englisch**

Transmitting equipment for radiocommunication –
Radio-over-fibre technologies and their performance standard –
Part 2: Radio over fibre based fronthaul network for railway communication system
(IEC 103/196/CD:2020);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-02-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE oder Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 33 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE



Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 103/196/CD:2020 „Transmitting equipment for radiocommunication – Radio-over-fibre technologies and their performance standard – Part 2: Radio over fibre based fronthaul network for railway communication system“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 103 „Transmitting equipment for radiocommunication“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 734 „Funksender und Umsetzer“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnitsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Abkürzungen	6
4 Funktionsspezifikation	7
4.1 RoF-Fronthaul-Netzwerk	7
4.2 RoF-Transmitter und -Empfänger	7
5 Prüfung	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Leistungsprüfung	8
6 Umgebungsspezifikationen	8
6.1 Allgemeine Sicherheit	8
6.2 Lasersicherheit	8
6.3 Temperatur und Umgebung	8
Anhang A (Normativ) Spezifikationen von RoF-Fronthaul-Netzwerken in Zugfunksystemen	9
A.1 Überblick	9
A.2 Diagramme	9
A.2.1 Optisches schalterbasiertes System	9
A.2.2 WDM-basiertes System	10
A.3 Funktionsspezifikation	11
Anhang B (informativ) Spezifikationen für DSB-RoF-Transmitter für Fronthaul-Systeme in Zugfunksystemen	12
B.1 Überblick	12
B.2 Diagramme	13
B.3 Funktionsspezifikation	14
Anhang C (informativ) Spezifikationen für DSSB-RoF-Transmitter für Fronthaul-Systeme in Zugfunksystemen	15
C.1 Überblick	15
C.2 Diagramme	15
C.3 Funktionsspezifikation	16
Literaturhinweise	17
 Bilder	
Bild 2 – Blockdiagramm des RoF-Fronthaul-Netzwerks für Eisenbahnkommunikationssysteme	7
Bild A-1 – Schematische Darstellung eines Zugfunksystems	9
Bild A-2 – Blockdiagramm eines Fronthaul-Netzwerks auf der Grundlage optischer Schalter	10
Bild A-3 – Blockdiagramm des WDM-basierten Fronthaul-Netzwerks	10
Bild B-1 – Relativer RF-Durchsatz DSB-modulierter Signale über eine Länge der Glasfaser bei einer Mittenfrequenz zwischen 2 GHz und 15 GHz	13
Bild B-2 – Blockdiagramm des DSB RoF-Transmitters mit (a) externen Modulations- und (b)	

	Seite
direkten Modulationssystemen.....	13
Bild B-3 – Blockdiagramm des DSB RoF-Transmitters mit (a) externen Modulations- und (b) direkten Modulationssystemen für WDM-basierte Netzwerke.	14
Bild C-1 – Blockdiagramm des SSB RoF-Transmitters mit (a) DSB E/O mit optischem Filter, (b) DD- MZM-basiertem System und (c) IQ-modulator-basierten Systemen.....	15
Tabellen	
Tabelle 3.1 – Abkürzungen.....	6
Tabelle A-1 – Funktionsspezifikation des RoF-Fronthaul-Netzwerks.....	11
Tabelle B-1 – Funktionsspezifikation des DSB-RoF-Transmitters	14
Tabelle C-1 – Funktionsspezifikation des SSB-RoF-Transmitters	16

Einleitung

Ein Hochgeschwindigkeits-Zugkommunikationsnetzwerk besteht aus zwei Teilen: dem Backend-Netzwerk und dem Funkzugangssystem zur Übertragung der Daten an die Zugwagen. In diesem Backend-Netzwerk wird üblicherweise ein Glasfaserkommunikationsnetz verwendet. Um die Komplexität der Funkzugangseinheiten entlang der Gleisstrecke, die das Signal per Funk an den Zugwagen senden, zu reduzieren, werden Funksignale in einer Vermittlungsstelle generiert und verarbeitet und anschließend über das Glasfasernetzwerk an die Funkzugangseinheiten übertragen. Für den Transport des Funksignals wird Funk über das Fronthaul-Glasfasernetzwerk konfiguriert. Die Fronthaul-Verknüpfung für Funk über Glasfaser verbindet die knotenbasierte Basisstation mit den gleisseitigen Funkzugangseinheiten und transportiert Zwischenträger/Zwischenfrequenz-Komponenten zur Übertragung von Hochleistungssignalen. Diese Norm behandelt die erforderliche Leistung mit der Zuverlässigkeit und Qualitätssicherung des auf Funk über Glasfaser basierenden Fronthaul-Netzwerks für Zugkommunikationsnetzwerke und enthält eine Gestaltungsanleitung für die Konfiguration des Netzwerks.

**Sendeanlagen zur Funkkommunikation –
Standard für Rundfunk-über-Glasfaser-Übertragungssysteme und deren
Leistungsfähigkeit –
Teil 2: Auf Rundfunk-über-Glasfaser basierendes Fronthaul-Netzwerk für
Zugfunksysteme**

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt das auf Rundfunk-über-Glasfaser basierende Fronthaul-Netzwerk für Zugfunksysteme zum Einsatz zwischen Zug und Strecke sowie dessen Sender und Empfänger.

2 Normative Verweisungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

- 1) IEC 60825-1, “*Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*”
- 2) IEC 60950-1, “*Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*”
- 3) IEC 62149-10 Ed 1.0, “*Fibre optic active components and devices – Performance standards – Part 10: Radio-over-fibre (RoF) transceivers for mobile fronthaul*”
- 4) ITU-T Recommendation G.9803, “*Radio over fibre systems*”

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

Begriffe

Rundfunk-über-Glasfaser (en: Radio over fibre)

Funksignal-Übertragungsverfahren unter Verwendung von Glasfaser, dessen Signal durch das Funksignal moduliert wird

Zweiseitenbandmodulation (en: double sideband modulation)

die nicht modulierte Trägerlichtwelle und zwei von dem Ausgang ausgestrahlte modulierte Seitenbandlichtwellen

Einseitenbandmodulation (en: single sideband modulation)

die nicht modulierte Trägerlichtwelle und eine von dem Ausgang ausgestrahlte modulierte Seitenbandlichtwelle; die andere Seitenbandlichtwelle wird durch das Modulationsverfahren und/oder den optischen Filter gelöscht

Wellenlängenmultiplex (en: wavelength division multiplexing)

Reihe von Lichtwellen mit unterschiedlichen Wellenlängen, deren Wellenlängentrennung konstant ist wie etwa 25, 50, 100, 200 GHz usw.

Abkürzungen

Die Abkürzungen und Symbole sind in Tabelle 3.1 angegeben.

Tabelle 3.1 – Abkürzungen (1 von 2)

CO	Vermittlungsstelle (en: central office)
DeMUX	Demultiplexer
DSB	Zweiseitenband (en: double sideband)
E/O	Elektrisch-optischer-Wandler (en: electric-to-optical converter)
LD	Laserdiode (en: laser diode)
MUX	Multiplexer

Tabelle 3.1 (2 von 2)

MZM	Optischer Mach-Zehnder-Interferometer (en: Mach-Zehnder interferometer-type optical modulator)
O/E	Optisch-elektrischer Wandler (en: Optical-to-electric converter)
RF	Funkfrequenz (en: Radio frequency)
RoF	Rundfunk-über-GlasfaserFaser (en: Radio over fibre)
Rx	Empfänger (en: Receiver)
SSB	Einseitenband (en: single sideband)
TDC	Zugleitstelle (en: Train direction centre)
TLD	Laserdiode mit abstimmbarer Wellenlänge (en: wavelength tuneable laser diode)
TLI	Zugortungsinformationen (en: train location information)
TRx	Transceiver
TS-PQ	Gleisseitige Funkzugangseinheit (en: trackside radio access unit)
Tx	Sender (en: transmitter)
WDM	Wellenlängenmultiplex (en: wavelength division multiplexing)

4 Funktionsspezifikation

4.1 RoF-Fronthaul-Netzwerk

Bild 1 zeigt ein allgemeines Blockdiagramm des Fronthaul-Netzwerks. In der Vermittlungsstelle (CO), die sich üblicherweise in einer Zugleitstelle (TDC) oder einem Bahnhof befindet, strahlt ein Rundfunk-über-Glasfaser-Sender/Empfänger (RoF TRx), der aus dem RoF-Transmitter (RoF Tx) und dem RoF-Empfänger (RoF Rx) besteht, das RoF-Signal in eine Glasfaser. Das RoF-Signal wird an einem Demultiplexer (DeMUX) über eine Glasfaser an eine gleisseitige Funkzugangseinheit (TS-RAU) übertragen. Auf der anderen Seite werden die RoF-Signale aus den RoF TRx in der TS-RAU an einem Multiplexer (MUX) gemultiplext und das gemultiplexte Signal wird anschließend über Glasfaser in den RoF TRx in dem CO übertragen.

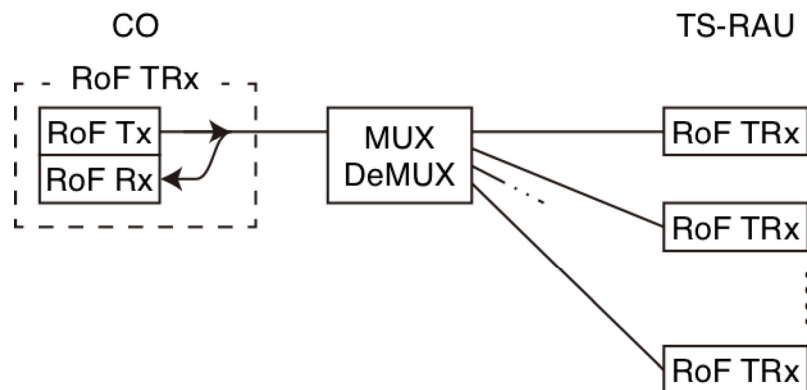


Bild 2 – Blockdiagramm des RoF-Fronthaul-Netzwerks für Eisenbahnkommunikationssysteme

Funktionsspezifikationen sind in Anhang A angegeben.

4.2 RoF-Transmitter und -Empfänger

Funktionsspezifikationen sind in Anhang B und Anhang C angegeben.

5 Prüfung

5.1 Allgemeines

Sobald ein Muster der Einheit unveränderbar fertiggestellt wurde, müssen erste Charakterisierungen und Qualifizierungen vorgenommen werden. Die Qualifizierung wird durch regelmäßige Prüfprogramme aufrechterhalten.

Sofern nicht anders angegeben, betragen die Prüfbedingungen für alle Prüfungen $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

5.2 Leistungsprüfung

Die Leistungsprüfung wird nach dem Abschluss der Charakterisierungsprüfung vorgenommen. Der Leistungsprüfplan und die empfohlenen Leistungsprüfungsfehlschlagkriterien sind im Anhang angegeben.

6 Umgebungsspezifikationen

6.1 Allgemeine Sicherheit

Alle Produkte, die diese Norm erfüllen, müssen IEC 60950-1 entsprechen.

6.2 Lasersicherheit

Glasfasersender und -transceiver, die die in diesem Dokument festgelegte Laserdiode verwenden, müssen unter allen Betriebsbedingungen nach der Klasse 1-3R laser-zertifiziert sein. Dies schließt in einer Faser gekoppelte oder aus einer Öffnung stammende Einzelfehlerbedingungen ein. Glasfasersender und -transceiver, die die in diesem Dokument festgelegte Laserdiode verwenden, müssen nach IEC 60825-1 zertifiziert sein.

6.3 Temperatur und Umgebung

Die Messung sollte in einem Raum bei einer Temperatur zwischen 5 °C und 35 °C durchgeführt werden. Wenn die Betriebstemperaturbereiche der Messgeräte enger sind als der vorgenannte Bereich, sollten die Spezifikationen der Messgeräte befolgt werden. Die Schwankungen der Messtemperatur sollten vorzugsweise innerhalb eines Bereichs von $\pm 5\text{ °C}$ gehalten werden, um den Einfluss der Temperaturdrift der Messgeräte zu minimieren. Die Temperatur des DUT kann mit einem Temperaturregler geändert werden, um die Temperaturabhängigkeit der gemessenen Parameter zu überprüfen.

Anhang A (Normativ)

Spezifikationen von RoF-Fronthaul-Netzwerken in Zugfunksystemen

A.1 Überblick

Das RoF-Fronthaul-Netzwerk wird als Funksignal-Einspeisesystem zwischen einem CO und TS-RAU verwendet, wie in Bild A-1 gezeigt. Für die Herstellung der Kommunikationsverbindung zwischen einer ortsfesten CO und einem Bordanschluss in einem Zugwagen wird ein im Prozessor in dem CO erstelltes Signal über das Netzwerk an den Anschluss gesendet.

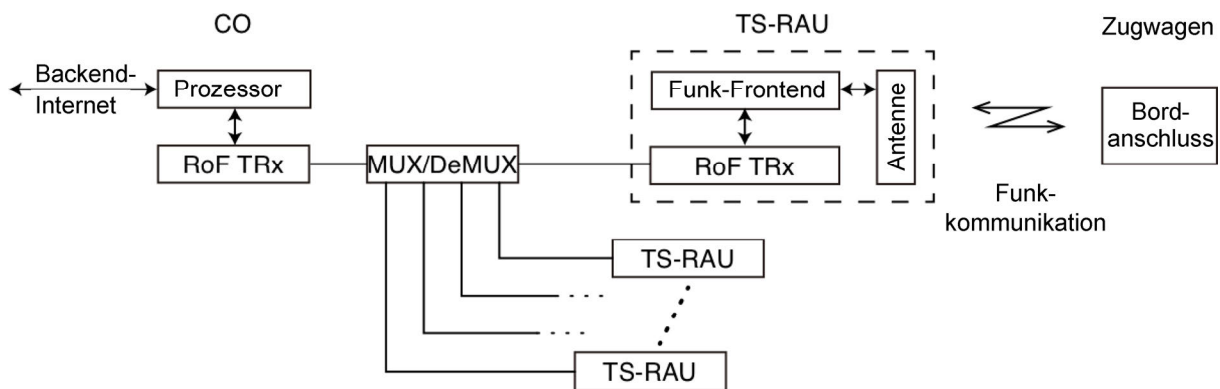


Bild A-1 – Schematische Darstellung eines Zugfunksystems

Ein Kommunikationssignal von/zu dem Backend-System und dem Internet wird grundsätzlich von dem Prozessor in dem CO für die Übertragung in dem Glasfasernetzwerk erstellt. Das RoF TRx in dem CO strahlt das RoF-Signal in die Glasfaser. Der optische Pfad zu dem TS-RAU wird an dem MUX/DeMUX bestimmt und das RoF-Signal wird anschließend über die Glasfaser an die TS-RAU übertragen. Das RoF TRx in der TS-RAU, das das RoF-Signal empfängt, wandelt das optische Signal in das Funksignal um. Das Funk-Frontend-Gerät, das Frequenzwandler und Verstärker enthält, bereitet die Ausstrahlung durch die Antenne vor. Anschließend empfängt ein Bordanschluss in dem Zugwagen das über die Luft übertragene Funksignal. Die Aufwärtsstrecke von dem Zugwagen zu dem CO wird umgekehrt ausgeführt.

Es bestehen mehrere Konfigurationen für das RoF-Netzwerk mit agilem Umschalten des optischen Pfads durch den MUX/DeMUX: ein optisches schalterbasiertes System und ein WDM-System. Die Verfügbarkeit dieser Systeme hängt von der Skalierbarkeit, der Anzahl verfügbarer Lichtwellenleiter, der Stabilität des verwendeten Lasers usw. ab.

A.2 Diagramme

A.2.1 Optisches schalterbasiertes System

Das auf optischen Schaltern basierende System wird häufig in einem terrestrischen Glasfaserkommunikationssystem einschließlich Kernnetzen/Großstadtnetzen und Rechenzentren eingesetzt. Um den optischen Pfad zwischen dem RoF TRx in dem CO und einer geeigneten TS-RAU zu schalten, wird ein optischer Schalter in das Netzwerk eingesetzt, wie in Bild A-2 gezeigt. In diesem System wird ein Schalter mit m Eingängen und n Ausgängen ($m \times n$) als Pfadschalter verwendet; n ist die Anzahl der RoF TRx in den TS-RAUs. m wird durch die Anzahl der RoF TRx in dem CO sowie die Anzahl optischer Anschlüsse des RoF TRx bestimmt. Wenn beispielsweise der RoF TRx zwei optische Anschlüsse für die Verbindung mit dem RoF Tx und RoF Rx hat, sollte der optische Schalter $2 \times n$ Anschlüsse haben, auch wenn ein RoF TRx in dem CO gesetzt ist. Der optische Schalter wird durch die CO und TDC gesteuert, die über Zugortungsinformationen (TLI) verfügen.

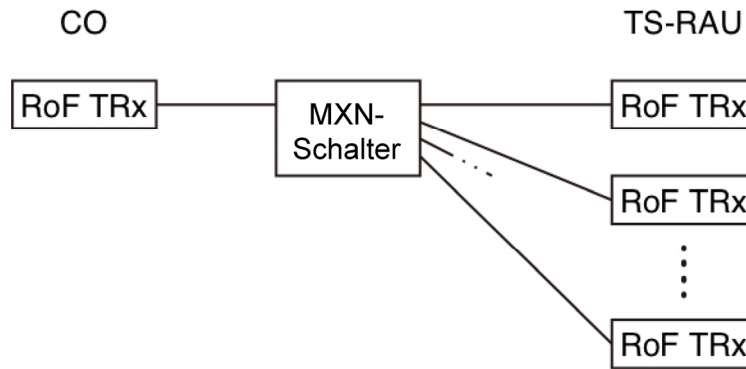


Bild A-2 – Blockdiagramm eines Fronthaul-Netzwerks auf der Grundlage optischer Schalter

Das System auf der Grundlage optischer Schalter hat die Robustheit einer Laser-Wellenlängen-Instabilität. Darüber hinaus können dieselben Wellenlängenkanäle für alle TS-RAU verwendet werden. Andererseits hat der optische Schalter üblicherweise keine Multicast-Funktionen; das Signal von dem RoF Trx könnte nicht an zwei oder mehr TS-RAU gleichzeitig gesendet werden. Aus diesem Grund ist eine Art koordinierte Mehrpunkttechnik, die für die Koordination mehrerer TS-RAU verwendet wird, schwer zu konfigurieren.

Für die Steuerung des Schalters wird üblicherweise die andere Kommunikationsleitung zwischen dem Schalteraufbau und der CO/TDC benötigt.

A.2.2 WDM-basiertes System

Das WDM-basierte System hat einen WDM MUX/DeMUX, der als Signal-MIX/DeMUX in dem RoF-Netzwerk verwendet wird, wie in Bild A-3 gezeigt. Das WDM-System wird auf die gleiche Weise behandelt wie ein Glasfaser-Kommunikationssystem. Jede TS-RAU hat einen eigenen unverwechselbaren Wellenlängenkanal. Der WDM MUX/DeMUX wird mit einem passiven optischen Bauteil wie etwa einem angeordneten Wellenleitergitter konfiguriert: Kein aktiver Schalter im MUX/DeMUX. Wenn der Verlauf des optischen Pfads geändert werden muss, wird eine Wellenlänge des Signals im RoF TRx der CO in einen geeigneten Wellenlängenkanal des TS-RAU geändert.

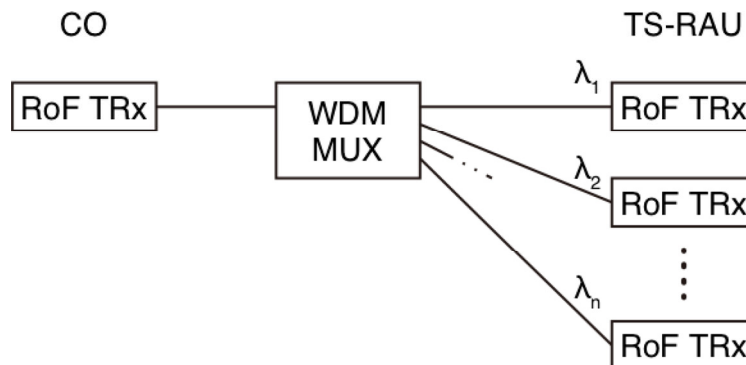


Bild A-3 – Blockdiagramm des WDM-basierten Fronthaul-Netzwerks

Im WDM-System ist die Wellenlängenstabilität der Lichtwellenquelle in den TS-RAU ein wesentlicher Faktor für die Implementierung. Da die TS-RAU üblicherweise im Außenbereich installiert wird, wird die Umgebungstemperatur der Laserdioden mit abstimmbarer Wellenlänge (TLD) in dem RoF TRx beispielsweise im Bereich von -20 °C bis 60 °C liegen. In diesem Fall sollte die TLD mit einer thermoelektrischen Kühleinrichtung ausgestattet werden, weil die Wellenlänge des von der TLD ausgestrahlten Signals je nach Temperatur schwankt, ebenso wie der WDM MUX/DeMUX.

Das WDM-System kann aufgrund der Trennung der Wellenlängenkanäle auf eine Anzahl von TS-RAU skaliert werden. Im optischen Kommunikationsband wie etwa dem C-Band (1530 nm bis 1565 nm Wellenlänge) beträgt die mögliche Anzahl der Kanäle bis zu 80 Kanäle, wenn die Trennung mit 50 GHz eingestellt ist. Darüber hinaus kann das System auf die Anzahl der RoF TRx in der CO skaliert werden. Die