

**DIN EN IEC 60728-115
(VDE 0855-115)**
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 33.060.40; 33.170

Einsprüche bis 2021-04-26

Entwurf

**Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste –
Teil 115: Optische In-Haus-Anlagen zur Übertragung von Rundfunksignalen
(IEC 100/3472/CDV:2020);
Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 60728-115:2020**

Cable networks for television signals, sound signals and interactive services –
Part 115: In-Building Optical systems for broadcast signal transmissions
(IEC 100/3472/CDV:2020);
German and English version prEN IEC 60728-115:2020

Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs –
Partie 115: Systèmes optiques internes aux immeubles pour la transmission de signaux de diffusion
(IEC 100/3472/CDV:2020);
Version allemande et anglaise prEN IEC 60728-115:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-02-26 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, 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 142 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 60728-115:2020 „Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 115: Optische In-Haus-Anlagen zur Übertragung von Rundfunksignalen“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 100/3472/CDV:2020 „Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 115: In-Building Optical systems for broadcast signal transmissions“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 60728-115:2020 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 735 „Kabelnetze und Antennen für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informations-technik 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 Abschnittsnummer, 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.

**Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste –
Teil 115: Optische In-Haus-Anlagen zur Übertragung von Rundfunksignalen**

	Inhalt	Seite
1	Anwendungsbereich.....	8
2	Normative Verweisungen	8
3	Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	9
3.1	Begriffe	9
3.2	Grafische Symbole	13
3.3	Abkürzungen	14
4	Referenzmodell für gebäudeinterne optische Anlagen	16
4.1	Überblick	16
4.2	Referenzmodell für das FTTH-Gesamtsystem	17
4.3	Individuelles Referenzmodell	17
5	Messverfahren.....	21
5.1	Messpunkte und Prüfobjekte.....	21
5.1.1	Allgemeines.....	21
5.1.2	Messpunkte	21
5.1.3	Gemessene Parameter	21
5.2	Allgemeine Messanforderungen	22
5.2.1	Eingangsspezifikation	22
5.2.2	Normgerechte Messbedingungen	22
5.2.3	Vorsichtsmaßnahmen für Messungen	22
5.3	Optische Leistung.....	23
5.3.1	Allgemeines.....	23
5.3.2	Messung der optischen Leistung bei einer einzelnen Wellenlänge	23
5.3.3	Messung der optischen Leistung eines WDM-Signals	23
5.3.4	Darstellung der Ergebnisse.....	24
5.4	Optische Wellenlänge	24
5.4.1	Allgemeines.....	24
5.4.2	Messverfahren	24
5.4.3	Darstellung der Ergebnisse.....	24
5.5	Signal-Rausch-Verhältnis des optischen Signals	24
5.5.1	Allgemeines.....	24
5.5.2	Messverfahren	24
5.5.3	Darstellung der Ergebnisse.....	24
5.5.4	Messverfahren	24
5.5.5	Darstellung der Ergebnisse.....	24
5.6	SINR (Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis) kleiner als 1 GHz.....	25

	Seite
5.6.1 Allgemeines	25
5.6.2 Messaufbau	25
5.7 BER der Anlage	25
5.7.1 Allgemeines	25
5.7.2 Messaufbau	25
5.7.3 Messverfahren	26
5.7.4 Darstellung der Ergebnisse	26
5.8 Dämpfungsbudget der Anlage	26
5.8.1 Allgemeines	26
5.8.2 Messverfahren	26
5.8.3 Berechnung des Dämpfungsbudgets	27
5.8.4 Grundkonfiguration	27
5.8.5 Darstellung der Ergebnisse	28
5.9 Bandbreite der Übertragungsfrequenz zwischen optischem Sender und V-ONU	28
5.9.1 Allgemeines	28
5.9.2 Messaufbau	28
5.9.3 Messverfahren	29
5.9.4 Darstellung der Ergebnisse	29
5.10 SINR (Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis) von Satelliten-Rundfunksignalen	30
5.10.1 Allgemeines	30
5.10.2 Messaufbau	30
5.10.3 Erforderliche Einrichtungen	31
5.10.4 Durchführung der Messung	31
5.10.5 Darstellung der Ergebnisse	32
5.11 SINR (S/IN) als Funktion von BER	32
5.11.1 Allgemeines	32
5.11.2 Messaufbau	32
5.11.3 Erforderliche Einrichtungen	32
5.11.4 Durchführung der Messung	33
5.11.5 Messung des Ergebnisses	34
5.12 Modulationsfehlerverhältnis (MER)	34
5.12.1 Allgemeines	34
5.12.2 Anschluss der Einrichtung	35
5.12.3 Durchführung der Messung	35
5.12.4 Darstellung der Ergebnisse	35
6 Vereinfachtes Messverfahren für Einführung und Instandhaltung der Anlage	36
6.1 Allgemeines	36
6.2 Anforderungen für vereinfachte Messung	37

6.2.1	Messbedingungen	37
6.2.2	Messanforderungen	37
6.3	Messwerkzeuge	38
6.4	Eine Schätzung des äquivalenten S/N durch MER.....	40
6.4.1	Allgemeines.....	40
6.4.2	Beziehung zwischen S/N und MER	40
6.4.3	Anmerkung zur Verwendung eines handlichen MER-Geräts	40
7	Spezifikation gebäudeinterner optischer Anlagen zur Übertragung von digitalen Rundfunksignalen.....	40
7.1	Allgemeines.....	40
7.2	Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte, Messpunkte und zu messende Parameter für Typ A.....	41
7.2.1	Spezifikation der optischen Leistung für Typ A.....	41
7.2.2	Spezifikation der optischen Wellenlänge für Typ A	42
7.2.3.	Spezifikation des RIN für Typ A	42
7.2.4	Spezifikation des SINR für Typ A.....	42
7.2.5.	Spezifikation des BER für Typ A.....	42
7.2.6	MER des Signals für Typ A.....	42
7.2.7	Anlagen-Dämpfungsbudget für Typ A.....	43
7.2.8	Frequenzbandbreite für Typ A	43
7.2.9	HF-/ZF-Signalpegel für Typ A	43
7.3	Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte, Messpunkte und zu messende Parameter für Typ B.....	43
7.3.1	Spezifikation der optischen Leistung für Typ B.....	44
7.3.2	Spezifikation der optischen Wellenlänge für Typ B	44
7.3.3	Spezifikation des RIN für Typ B	44
7.3.4	Spezifikation des SINR für Typ B.....	45
7.3.5	Spezifikation des BER für Typ B	45
7.3.6	MER des Signals für Typ B	45
7.3.7	Anlagen-Dämpfungsbudget für Typ B.....	45
7.3.8	Frequenzbandbreite für Typ B	45
7.3.9	Spezifikation der HF-/ZF-Signalpegel für Typ B	46
7.4	Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte, Messpunkte und zu messende Parameter für Typ C.....	46
7.4.1	Spezifikation der optischen Leistung für Typ C.....	47
7.4.2	Spezifikation der optischen Wellenlänge für Typ C	47
7.4.3	Spezifikation des SINR für Typ C	47
7.4.4	Spezifikation des BER für Typ C.....	48
7.4.5	MER des Signals für Typ C.....	48
7.4.6	Anlagen-Dämpfungsbudget für Typ C	48

	Seite
7.4.7 Frequenzbandbreite für Typ C	48
7.4.8 Spezifikation der HF-/ZF-Signalpegel für Typ C	48
7.5 Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte, Messpunkte und zu messende Parameter für Typ D	49
7.5.1 Spezifikation der optischen Leistung für Typ D	49
7.5.2 Spezifikation der optischen Wellenlänge für Typ D	50
7.5.3 Spezifikation des BER für Typ D	50
7.5.4 MER des Signals für Typ D	50
7.5.5 Anlagen-Dämpfungsbudget für Typ D	50
7.5.6 Spezifikation der HF-/ZF-Signalpegel für Typ D	50
7.6 Mindest-Signalleistungsfähigkeit für gebäudeinterne Anlagen	51
7.6.1 Allgemeines	51
7.6.2 Mindest-MER-Leistungsfähigkeit	51
Anhang A (informativ) Erwägungen zur Wohnungsnetzwerkschnittstelle (HNI)	53
A.1 Allgemeines	53
A.2 Anordnung der HNI in der optischen Anlage	53
A.3 Auf dem Weg zum neuen Dienst	55
Anhang B (informativ) Vereinfachtes Messverfahren	56
B.1 Allgemeines	56
B.2 Messmerkmale des TV-Feldstärkemessgeräts	56
B.2.1 Vollständiger Kanalstatus auf einer einzigen Bildschirmanzeige	56
B.2.2 Leistungsmerkmale für die Bestätigung von Bild- und Tonsignalstatus	56
B.3 Messverfahren	57
Anhang C (informativ) Vereinfachtes gebäudeinternes System zur Erfassung von HF-Signalleckagen	60
C.1 Allgemeines	60
C.2 Beispiel für vereinfachte gebäudeinterne Erfassung von HF-Signalleckagen	60
C.3 Vereinfachte Erfassung von HF-Signalleckagen in der Wohnung	61
Anhang D (informativ) Lichtwellenleiterkabel für gebäudeinterne Anlage	63
D.1 Allgemeines	63
D.2 Lichtwellenleiterkabel für gebäudeinterne Anlage	63
Anhang E (informativ) Optischer Modulationsgrad	64
E.1 Allgemeines	64
E.2 Kanalanzahl und optische Modulation (im Falle Japans)	64
Anhang F (informativ) Tatsächliche Anlage eines gebäudeinternen optischen Netzes (in Japan)	66
F.1 Allgemeines	66
F.2 Dämpfungsbudget für Typ A, B und C	66

Bilder

Bild 1 – Beispiel für die FTTH-Anlage für Fernseh- und Tonsignale (IEC 60728-113).....	20
Bild 2 – Typ A: Die Fernsehsignale werden am BNI optisch empfangen und die Signale (CATV/MATV/SMATV) werden über das gebäudeinterne optische Netz weiterübertragen.....	20
Bild 3 – Typ B: Die Fernsehsignale werden am BNI elektrisch empfangen, die Satelliten-ZF-Signale der einzelnen Antennen werden kombiniert und die Signale (CATV/MATV/SMATV) werden über das gebäudeinterne optische Netz weiterübertragen	20
Bild 4 – Typ C: Die Fernsehsignale werden von einzelnen Antennen empfangen und die Signale (MATV/SMATV) werden über das gebäudeinterne optische Netz weiterübertragen	21
Bild 5 – Typ D: Fernsehsignale werden vom HFC-Netz empfangen und die Signale werden über das gebäudeinterne optische Netz weiterübertragen, und die Signale der Teilnehmer in Rückwärtsrichtung werden kombiniert und über das HFC-Netz zurückübertragen.....	21
Bild 6 – Messpunkte für Typ A, B, C und D.....	21
Bild 7 – Prüfaufbau zur Messung der optischen Leistung mit einem WDM-Filter.....	23
Bild 8 – Prüfaufbau zur Messung der optischen Leistung mit einem WDM-Filter.....	23
Bild 9 – Prüfaufbau für die Messung des HF-Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnisses.....	25
Bild 10 – Prüfaufbau für die BER-Messung.....	26
Bild 11 – Grundkonfiguration einer gebäudeinternen optischen Anlage	28
Bild 12 – Aufbau für die Messung der Frequenzbandbreite zwischen optischem Sender und V-ONU	29
Bild 13 – Beispielmessung der Frequenzbandbreite.....	30
Bild 14 – Aufbau für die Messung der SINR für Satelliten-Rundfunksignale	31
Bild 15 – Prüfaufbau zur Messung von BER Bild 15 – Prüfaufbau zur Messung von BER als Funktion von SINR	32
Bild 16 – Extrapolationsverfahren der BER-Messung	33
Bild 17 – Beispiel für eine Kennlinie von BER über S/N	34
Bild 18 – Prüfaufbau für die MER-Messung	35
Bild 19 – Beispiel für das Ergebnis einer MER-Messung (Modulationsformat 64 QAM)	36
Bild 20 – Beispiel für einen vereinfachten Signalmessaufbau	39
Bild 21 – Beziehung zwischen MER und S/N.....	40
Bild 22 – Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte für Typ A.....	41
Bild 23 – Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte für Typ B.....	43
Bild 24 – Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte für Typ C	46
Bild 25 – Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte für Typ D	49
Bild A.1 – Zweifaserkonfiguration	55
Bild A.2 – Einfaserkonfiguration	55
Bild B.1 – Beispiel für TV-Feldstärkemessgerät.....	56
Bild B.2 – Beispiel für die Anzeige von Messergebnissen	57
Bild B.3 – Beispiel für TV-Anzeigebildschirm des TV-Feldstärkemessgeräts.....	57
Bild B.4 – Beispielmessung: Einstellung der Antennenrichtung.....	58
Bild B.5 – Messbeispiel: Anzeige von Kanalliste und Messwerten	58
Bild B.6 – Messbeispiel: Anzeige des Fernsehbilds.....	58

Bild C.1 – Beispiel für Aufbau zur vereinfachten Erfassung von HF-Signalleckagen	61
Bild C.2 – Beispiel für vereinfachte Erfassung von HF-Signalleckagen in der Wohnung	62
Bild F.1 – Netzwerkkonfiguration und Dämpfungsbudget für Typ A.....	68
Bild F.2 – Netzwerkkonfiguration und Dämpfungsbudget für Typ B.....	70
Bild F.3 – Netzwerkkonfiguration und Dämpfungsbudget für Typ C	72

Tabellen

Tabelle 1 – Optische Wellenlänge für FTTH-System	8
Tabelle 2 – Frequenzbereich	8
Tabelle 3 – Anzahl von Teilungen und Einfügedämpfung optischer Koppler (Beispiel).....	27
Tabelle 4 – Beispiel für optische Dämpfung	27
Tabelle 5 – Messgegenstände für die vereinfachte Signalmessung	37
Tabelle 6 – Messpunkte und zu messende Parameter für Typ A	41
Tabelle 7 – Spezifikation der optischen Leistung für Typ A	42
Tabelle 8 – Spezifikation der optischen Wellenlänge für Typ A	42
Tabelle 9 – Spezifikation des RIN für Typ A.....	42
Tabelle 10 – Spezifikation des SINR für Typ A	42
Tabelle 11 – Spezifikation des BER für Typ A.....	42
Tabelle 12 – MER des Signals für Typ A.....	43
Tabelle 13 – Spezifikation des Anlagen-Dämpfungsbudgets für Typ A	43
Tabelle 14 – Spezifikation der Anlagen-Frequenzbandbreite für Typ A.....	43
Tabelle 15 – Spezifikation der HF-/ZF-Signalpegel für Typ A	43
Tabelle 16 – Messpunkte und zu messende Parameter für Typ B	44
Tabelle 17 – Spezifikation der optischen Leistung für Typ B	44
Tabelle 18 – Spezifikation der optischen Leistung für Typ B	44
Tabelle 19 – Spezifikation des RIN für Typ B.....	45
Tabelle 20 – Spezifikation des SINR für Typ A	45
Tabelle 21 – Spezifikation des BER für Typ B.....	45
Tabelle 22 – MER des Signals für Typ B.....	45
Tabelle 23 – Spezifikation des Anlagen-Dämpfungsbudgets für Typ B	45
Tabelle 24 – Spezifikation der Anlagen-Frequenzbandbreite für Typ B.....	46
Tabelle 25 – Spezifikation der HF-/ZF-Signalpegel für Typ B	46
Tabelle 26 – Messpunkte und zu messende Parameter für Typ C	47
Tabelle 27 – Spezifikation der optischen Leistung für Typ C	47
Tabelle 28 – Spezifikation der optischen Wellenlänge für Typ C	47
Tabelle 29 – Spezifikation des SINR für Typ C	48
Tabelle 30 – Spezifikation des BER für Typ C	48
Tabelle 31 – MER des Signals für Typ C	48
Tabelle 32 – Spezifikation des Anlagen-Dämpfungsbudgets für Typ C	48

Tabelle 33 – Spezifikation der Anlagen-Frequenzbandbreite für Typ C	48
Tabelle 34 – Spezifikation der HF-/ZF-Signalpegel für Typ C	49
Tabelle 35 – Messpunkte und zu messende Parameter für Typ D	49
Tabelle 36 – Spezifikation der optischen Leistung für Typ D	50
Tabelle 37 – Spezifikation der optischen Wellenlänge für Typ D	50
Tabelle 38 – Spezifikation des BER für Typ D	50
Tabelle 39 – MER des Signals für Typ D	50
Tabelle 40 – Spezifikation des Anlagen-Dämpfungsbudgets für Typ D	50
Tabelle 41 – Spezifikation der HF-/ZF-Signalpegel für Typ D	51
Tabelle 42 – Mindest-Signalleistungsfähigkeit ^a für gebäudeinterne Anlagen	52
Tabelle D.1 – Lichtwellenleiterkabel für gebäudeinterne Anlage	63
Tabelle E.1 – Kanalanzahl und optischer Modulationsgrad (im Falle Japans)	65

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60728 gilt für gebäudeinterne optische Anlagen zur Übertragung von Rundfunksignalen, die aus optischen Sendern, optischen Verstärkern, Verteilern, V-ONU usw. bestehen. Diese Anlagen sind in erster Linie für Fernseh- und Tonsignale unter Verwendung digitaler Übertragungstechnik bestimmt. Dieses Dokument legt die grundlegenden Anlagenparameter und Messverfahren für gebäudeinterne optische Verteilnetze zwischen Gebäudenetzwerkschnittstelle (en: building network interface, BNI) und Wohnungsnetzwerkschnittstelle (en: home network interface, HNI) zur Bestimmung der Anlagenleistung und ihrer Leistungsgrenzwerte fest.

Dieses Dokument kann auch auf die Rundfunksignalübertragung mittels Telekommunikationsnetz angewandt werden, falls dieses die Anforderungen des optischen Abschnitts dieses Dokuments erfüllt. Dieses Dokument beschreibt die HF-Signalübertragung für vollständig digitalisierte Rundfunk- und Individualdienste (eingeschränktes Verbreitungsgebiet für Rundfunksignale) über ein FTTH-Netz und führt als Bitübertragungsschicht das passive optische Netzwerksystem (xPON-System) ein. Die detaillierte Beschreibung der Bitübertragungsschicht gehört nicht zum Anwendungsbereich dieses Dokuments. Dieser beschränkt sich auf die HF-Signalübertragung über optische Netze und schließt dabei Internetprotokollübertragungsverfahren (IP) wie Internetgruppenübertragung (en: IP Multicast) und damit zusammenhängende Protokolle aus.

Diese Norm legt die erforderliche Anlagenleistung von vollständig optischen Gebäudenetzen fest, um eine Verbindung mit FTTH-Netzen herzustellen, die in IEC 60728-113 und IEC 60728-13-1 definiert sind. Der Einsatz gebäudeinterner optischer Netze ist sehr effektiv, um Kosten zu sparen (Installation und Wartung) und zukünftige Aufrüstungen des Netzes zu ermöglichen, insbesondere in großen Wohngebäuden. In diesem Dokument wird angenommen, dass die in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgeführten optischen Wellenlängen und elektrischen Frequenzbänder verwendet werden.

Tabelle 1 – Optische Wellenlänge für FTTH-System

Optisches Signal	Wellenlänge	Dokument
Videoübertragung	1 550 nm	IEC 60728-113, IEC 60728-13-1
HF-Rückkanal (RFoG)	1 610 nm	IEC 60728-14
Daten (abwärts)	1 490 nm/1 577 nm	ISO/IEC/IEEE 8802-3
Daten (aufwärts)	1 310 nm/1 270 nm	ISO/IEC/IEEE 8802-3

Tabelle 2 – Frequenzbereich

Frequenzband	Dokument
47 MHz bis 862 MHz (nur digital modulierte Signale)	IEC 60728-101, IEC 60728-113
950 MHz bis 3 300 MHz (Satellitensignalübertragung)	IEC 60728-13-1

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60728-1:2007, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: System performance of forward paths*

IEC 60728-3:2017, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 3-1: Active wideband equipment for cable networks – Methods of measurement of non-linearity for full digital channel load with DVB-C signals*

IEC 60728-6:2011, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6: Optical equipment*

IEC TR 60728-6-1:2006, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6-1: System guidelines for analogue optical transmission systems*

IEC 60728-101:2016, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 101: System performance of forward paths loaded with digital channels only*

IEC 60728-113:2018, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 113: Optical systems for broadcast signal transmissions loaded with digital channels only*

IEC 60728-13-1:2017, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 13-1: Bandwidth expansion for broadcast signal over FTTH system*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

IEC 60825-12, *Safety of laser products – Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information*

IEC 61755-1:2005, *Fibre optic connector optical interfaces – Part 1: Optical interfaces for single mode non-dispersion shifted fibres – General and guidance*

IEC TR 61930, *Fibre optic graphical symbology*

IEC TR 61931:1998, *Fibre optic – Terminology*

IEC 61280-1-3:2013, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement*

ITU-T Recommendation G.692, *Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers*

ITU-T Recommendation G.694.2, *Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid*

ITU-T Recommendation J.83, *Digital multi-programme systems for television, sound and data services for cable distribution*

ITU-T Recommendation J.382, *Advanced digital downstream transmission systems for television, sound and data services for cable distribution*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

BER

Bitfehlerverhältnis

(en: bit error ratio)

Verhältnis zwischen fehlerhaften Bits und der gesamten Anzahl übertragener Bits

[QUELLE: IEC 60728-1:2014, 3.1.60]

3.1.2

mittlere Wellenlänge

Mittelwert aus den Wellenlängen, bei denen die Amplitude einer Lichtquelle den halben Wert der maximalen Amplitude erreicht oder das letzte Mal auf diesen Wert abfällt

[QUELLE: IEC 60728-6:2011, 3.1.26, modifiziert – Die Benennung „Mittenwellenlänge“ wurde durch „mittlere Wellenlänge“ ersetzt.]

3.1.3

MER

Modulationsfehlerverhältnis

Summe der Quadrate der idealen Symbol-Vektorgrößen bezogen auf die Summe der Quadrate der Symbolfehler-Vektorgrößen einer Folge von Symbolen

[QUELLE: IEC 60728-1:2014, 3.1.61]

3.1.4

optischer Verstärker

Gerät für optische Wellen mit einem geeigneten gepumpten aktiven Medium, das zur Verstärkung eines Lichtsignals geeignet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt mehrere auf der Wellenlänge beruhende Verfahren, die zur Verstärkung zu verwenden sind. Die Benennung „Erbium-dotierter Faserverstärker (EDFA)“ wird in diesem Dokument synonym für den optischen Verstärker verwendet.

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.7.75, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt]

3.1.5

optischer Modulationsgrad

en: optical modulation index

der optische Modulationsgrad des k -ten HF-Signals, OMI_k , ist definiert als

$$OMI_k = \frac{\phi_h - \phi}{\phi_h + \phi}$$

Dabei ist

ϕ_h der größte Augenblickswert der optischen Leistung eines intensitätsmodulierten optischen Signals;

ϕ der kleinste Augenblickswert der optischen Leistung eines intensitätsmodulierten optischen Signals;

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition gilt nicht für Systeme, bei denen die Eingangssignale umgewandelt und als digitale Basisbandsignale transportiert werden. In diesem Fall werden die in IEC TR 61931:1998, 2.6.79 und 2.7.46, definierten Benennungen „Modulationstiefe“ oder „Extinktionsverhältnis“ verwendet. Ein Prüfverfahren für das Extinktionsverhältnis wird in IEC 61280-2-2 beschrieben.

[QUELLE: IEC 60728-6:2011, 3.1.10, modifiziert – Die Definition wurde präzisiert und die Anmerkungen 1 und 2 wurden durch eine neue Anmerkung 1 zum Begriff ersetzt.]

3.1.6

optischer Empfänger

Empfangsgerät für den Anschluss von Lichtwellenleitern mit einem Eingangsanschluss für ein moduliertes optisches Signal, das an seinem Ausgangsanschluss das entsprechend demodulierte elektrische Signal (mit dem zugehörigen Takt bei digitalen Signalen) zur Verfügung stellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieses Dokuments können optische Empfänger mehr als einen Ausgangsanschluss für elektrische HF-Signale besitzen.

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.9.7, modifiziert – Anmerkung 1 hinzugefügt]

61931:1998, 2.7.75, modifiziert – Anmerkung 1 hinzugefügt]

3.1.7

OFDM-Signal

orthogonaler Frequenzmultiplex

auf dem Prinzip des Frequenzmultiplex basierendes Multiplexverfahren, das zur terrestrischen digitalen Übertragung von SDTV- und HDTV-Signalen verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: OFDM basiert auf dem Modell des Frequenzmultiplex, bei dem jeder Frequenzkanal mit einem einfacheren Verfahren moduliert wird, wobei Frequenzen und Modulation orthogonal zueinander angeordnet werden, was die Interferenzen zwischen den Kanälen weitgehend eliminiert.

3.1.8

optischer Sender

Sendegerät für den Anschluss von Lichtwellenleitern mit einem Eingangsanschluss für ein elektrisches Signal, das an seinem Ausgangsanschluss ein mit dem Eingangssignal moduliertes optisches Signal zur Verfügung stellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieses Dokuments können optische Sender mehr als einen Eingangsanschluss für elektrische HF-Signale besitzen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieses Gerät verstärkt das elektrische Frequenzmultiplexsignal und setzt diese elektrischen Signale in optische Signale um. Die optische Wellenlänge liegt im 1 500-nm-Band (1 550 nm $\pm$ 10 nm im Bereich von 1 530 nm bis 1 625 nm).

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.9.6, modifiziert – Anmerkungen 1 und 2 hinzugefügt]

3.1.9

QAM-Signal

Quadratur-Amplitudenmodulation

QAM

(en: quadrature amplitude modulation)

Amplitudenmodulation durch zwei getrennte Signale zweier sinusförmiger Signale, die dieselbe Amplitude und Frequenz haben, aber in Quadratur zueinander sind, wobei die modulierten Signale addiert und in einem gemeinsamen Kanal übertragen werden

[QUELLE: IEC 60050-702:1992, 702-06-63]

3.1.10

HF-Signalstärke

Stärke des HF-Signals, ausgedrückt in Mikrovolt oder in dB(μ V) oder in dB(mW)

3.1.11

RIN

relatives Intensitätsrauschen

(en: relative intensity noise)

Verhältnis des mittleren Quadrats der Intensitätsschwankungen der optischen Leistung einer Lichtquelle zum Quadrat der mittleren optischen Ausgangsleistung

E DIN EN IEC 60728-115 (VDE 0855-115):2021-03
prEN IEC 60728-115:2020

Anmerkung 1 zum Begriff: Das RIN wird üblicherweise in dB(Hz⁻¹) mit sich hieraus ergebenden negativen Werten ausgedrückt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Wert für das RIN kann aus Ergebnissen von Messungen des Träger-Rausch-Verhältnisses eines Systems berechnet werden.

[QUELLE: IEC 60728-6:2011, 3.1.12, modifiziert – Anmerkung 2 hinzugefügt]

3.1.12

SNR (S/N)

Signal-Rausch-Verhältnis für ein digital modulierte Signal im HF-Band

3.1.13

SINR (S/IN)

das Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis (S/IN) ist gegeben durch

$$S/IN \text{ (dB)} = S - IN_{\text{rms}} \quad (\text{digitale Signale})$$

Dabei ist

S der Signalpegel

IN_{rms} der Effektivwert des Pegels von Intermodulation und Rauschen in der äquivalenten Rauschbandbreite des HF-Kanals

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Pegel des digital modulierten HF-Signals und der Störsignalpegel müssen in denselben Einheiten dargestellt werden, in dB(mW) oder dB(μV) gemessen mit einem Abschlusswiderstand von 75 Ω oder bezogen auf 75 Ω.

Anmerkung 2 zum Begriff: In diesem Dokument werden nur digital modulierte Träger betrachtet. Der in diesem Dokument verwendete Begriff S/IN ist derselbe wie der in IEC 60728-1:2014 (Definition 3.1.72) definierte Begriff $S_{D,RF}/N$.

3.1.14

Verteiler

Gerät für optische Wellen mit drei oder mehr optischen Anschlüssen, das die optische Leistung unter Beibehaltung der Wellenlänge oder der Wellenlängen ohne Veränderung dieser auf vorherbestimmte Art auf die Anschlüsse verteilt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Anschlüsse können mit Lichtwellenleitern, Detektoren usw. verbunden sein.

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.21, modifiziert – Die Benennung „Verteiler“ (en: splitter) wurde hinzugefügt, „Lichtwellenleiter-Verzweiger“ und „Lichtwellenleiter-Koppler“ wurden gestrichen.]

3.1.15

gesamter optischer Modulationsgrad

resultierender optischer Modulationsgrad, wenn mehr als ein HF-Signal übertragen wird, OMI_{tot} , definiert als

$$OMI_{\text{tot}} = \sqrt{\sum_{k=1}^K OMI_k^2}$$

Dabei ist:

OMI_k der optische Modulationsgrad des k -ten HF-Signals;

K die Gesamtzahl der HF-Signale.

3.1.16

V-ONU

video-optische Netzwerkeinheit

Endgerät, das das optische Signal einer Rundfunkübertragungsanlage in ein elektrisches Signal umsetzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff V-ONU wird in dieser Norm als Synonym für den optischen Empfänger (O/E) verwendet.

3.1.17

Wellenlänge

von der Periode der Wellenfront einer harmonischen ebenen Welle abgedeckte Entfernung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wellenlänge λ von Licht in Vakuum ist gegeben durch

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Dabei ist

c die Lichtgeschwindigkeit in Vakuum ($c = 2,997\,92 \times 10^8$ m/s);

f die Lichtfrequenz.

Anmerkung 2 zum Begriff: Obwohl die Wellenlänge in dielektrischen Werkstoffen wie z. B. Glasfasern kürzer als in Vakuum ist, wird nur die Lichtwellenlänge in Vakuum verwendet.

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.2.9, modifiziert – Anmerkungen 1 und 2 zum Begriff hinzugefügt]

3.1.18

WDM-Filter

Gerät zur Wellenlängenwahl (in WDM-Übertragungssystemen verwendet), in dem optische Signale in Abhängigkeit von deren Wellenlänge zwischen zwei vorherbestimmten Anschlüssen übertragen werden können.

3.1.19

X-ONU

optische Netzwerkeinheit für Video und Daten

(en: video and data optical network unit)

Endgerät, das das optische Signal eines Rundfunk- und bidirektionalen HF-Datensystems in ein elektrisches Signal umsetzt

3.1.20

X-Unit

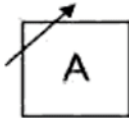
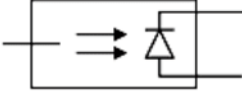
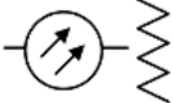
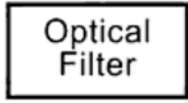
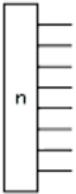
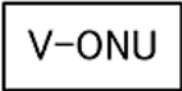
optische Leitungsabschlusseinheit für Video und Daten

(en: video and data optical line termination unit)

Endgerät, das eine koaxiale CATV-Anlage und die optische Anlage im Gebäude verbindet

3.2 Grafische Symbole

In den Bildern dieses Dokuments werden die folgenden grafischen Symbole verwendet. Diese Symbole sind entweder in IEC 60617 enthalten oder basieren auf Symbolen, die in IEC 60617 festgelegt sind.

	Optischer Sender, basierend auf IEC 60617-S00213 (2001-07)		Optischer Verstärker, basierend auf IEC 60617-S01239 (2001-07)
	Lichtwellenleiter, IEC 60617-S01318 (2001-07)		Verstellbares Dämpfungsglied, IEC 60617-S01245, modifiziert (2001-07)
	Optischer Empfänger, basierend auf IEC 60617-S00213 (2001-07)		Leistungsmessgerät, IEC 60617-S00059, IEC 60617-S00910 (2001-07)
	Elektrischer Spektrumanalysator, IEC 60617-S00059, IEC 60617-S00910 (2001-07)		Verstärker, IEC 60617-S01239 (2001-07)
	Strommessgerät, basierend auf IEC 60617-S00059, IEC 60617-S00910 (2001-07)		Photodiode mit Anschlussfaser, IEC 60617-S01327 (2001-07)
	Optischer Abschluss S01389, S01318		Optisches Filter
	Optischer Verteiler, basierend auf IEC TR 61930:1998, 3.33.1		Fernsehgerät
	Video-optische Netzwerkeinheit		Dämpfungsglied 60617-S01244

3.3 Abkürzungen

AGC	automatische Verstärkungsregelung en: automatic gain control	BER	Bitfehlerverhältnis en: bit error ratio
BNI	Gebäudenetzwerkschnittstelle en: building network interface	CATV	Kabelfernsehen, Gemeinschaftsantennen-Fernsehen en: community antenna television (network)

COFDM	codierter orthogonaler Frequenzmultiplex en: coded orthogonal frequency division multiplex	DVB-C	digitales Video-Übertragungssystem für digitales Kabelfernsehen (ETSI EN 300 429) en: digital video broadcasting baseline system for digital cable television
DVB-C2	digitales Video-Übertragungssystem für digitales Kabelfernsehen, zweite Generation (ETSI EN 302 769) digital video broadcasting baseline system for digital cable television second generation	DVB-T	digitales Video-Übertragungssystem für digitales terrestrisches (Antennen-) Fernsehen (ETSI EN 300 744) digital video broadcasting baseline system for digital terrestrial television
DVB-T2	digitales Video-Übertragungssystem für digitales terrestrisches (Antennen-) Fernsehen, zweite Generation (ETSI EN 302 755) en: digital video broadcasting baseline system for digital terrestrial television second generation	DVB-S	digitales Video-Übertragungssystem für digitales Satellitenfernsehen (ETSI EN 300 421) en: digital video broadcasting baseline system for digital satellite television
DVB-S2	digitales Video-Übertragungssystem für digitales Satellitenfernsehen, zweite Generation (ETSI EN 302 307) en: digital video broadcasting baseline system for digital satellite television second generation	EDFA	Erbium-dotierter Faserverstärker en: erbium-doped fibre amplifier
E/O	optischer Sender (elektrisch-optischer Wandler)	FTTB	Lichtwellenleiter bis zum Gebäude en: fibre to the building
FTTH	Lichtwellenleiter bis zur Teilnehmerwohnung en: fibre to the home	HDTV	hochauflösendes Fernsehen en: high definition television
H/E	Kopfstelle en: headend	HFC	hybrides Faser-Koaxial (-System) en: hybrid fibre coaxial
HNI	Wohnungsnetzwerkschnittstelle en: home network interface	ITU-T	Internationale Fernmeldeunion – Bereich Telekommunikation en: International Telecommunication Union – Telecommunication sector
ISDB-C	integrierte Dienste für digitalen Rundfunk – Kabel en: integrated services digital broadcasting – cable	ISDB-C2	integrierte Dienste für digitalen Rundfunk – Kabel, zweite Generation en: integrated services digital broadcasting – cable second generation
ISDB-T	integrierte Dienste für digitalen Rundfunk – terrestrisch (Antenne) en: integrated services digital broadcasting – terrestrial	ISDB-S	integrierte Dienste für digitalen Rundfunk – Satellit en: integrated services digital broadcasting – satellite
ISDB-S3	integrierte Dienste für digitalen Rundfunk – Satellit, dritte Generation integrated services digital broadcasting – satellite third generation	LD	Laserdiode en: laser diode

LDPC/BC H	Low-Density-Parity-Check, linearer Blockcode zur Fehlerkorrektur en: low-density parity check (codes)	MATV	Gemeinschaftsantennenanlage en: master antenna television
MDU	Gebäude mit mehreren Wohneinheiten en: multiple dwelling unit	MER	Modulationsfehlerverhältnis en: modulation error ratio
MGC	manuelle Verstärkungsregelung en: manual gain control	O/E	optischer Empfänger (optisch-elektri- scher Umsetzer) en: optical receiver (optical to electrical transducer)
OFCS	Lichtwellenleiter-Kommunikationssys- tem (LWLKS) en: optical fibre communication system	OFDM	orthogonaler Frequenzmultiplex en: orthogonal frequency division mul- tiplex
OMI	optischer Modulationsgrad en: optical modulation index	PD	Photodiode en: photo diode
QAM	Quadratur-Amplitudenmodulation en: quadrature amplitude modulation	QPSK	Quadratur-Phasenumtastung en: quaternary phase shift keying
RBW	Auflösungsbandbreite en: resolution bandwidth	RIN	relatives Intensitätsrauschen en: relative intensity noise
HF	Hochfrequenz en: radio frequency	RFoG	Hochfrequenz über Glasfaser en: radio frequency over glass
RS	Reed-Solomon (Code)	SINR	Signal-Intermodulations- und Rausch- verhältnis en: signal-to-intermodulation noise ra- tio
SDTV	Fernsehen in üblicher Auflösung en: standard definition television	SMATV	Satelliten-Gemeinschaftsantennen- anlage en: satellite master antenna television
SINR	Signal-Intermodulations- und Rausch- verhältnis en: signal-to-intermodulation noise ratio	VBW	Videobandbreite en: video bandwidth
(S/IN)			
V-ONU	Video-optische Netzwerkeinheit en: video optical network unit	WDM	Wellenlängenmultiplex en: wavelength division multiplexing

4 Referenzmodell für gebäudeinterne optische Anlagen

4.1 Überblick

Wohngebäude werden größer und komplexer, ebenso wie große Häuser, in denen Koaxialkabel und mehrere HF-Verstärker innerhalb der Gebäude verwendet werden. Dies kann verschiedene Probleme verursachen, wie EMV-Strahlung an Verstärkern und Anschlusspunkten und Hochfrequenzdämpfung im Verteilnetz. Die Umwandlung der HF in ein Glasfasersystem (FTTH) ist vorteilhaft, ein FTTH-System hat viele Vorteile für qualitativ hochwertige Rundfunkdienste, einschließlich einer hohen Übertragungsbandbreitenkapazität für 4K- und 8K-Videos bis zum Satelliten-ZF-Band (Zwischenfrequenz, en: intermediary frequency, IF). Darüber hinaus erreicht ein FTTH-System sehr geringe Dämpfung und geringe EMV-Störbeeinflussung. Normalerweise gehören Gebäudeeinrichtungen einschließlich der gebäudeinternen Netze den Gebäudeeigentümern und können nicht von einem CATV-Betreiber betrieben werden. Daher ist eine Standardisierung des gebäudeinternen optischen Netzes erforderlich, um die Anlagenleistung zwischen dem CATV-Netz und dem Wohnungsnetz (HN) zu garantieren.

4.2 Referenzmodell für das FTTH-Gesamtsystem

Bild 1 zeigt ein Referenzmodell eines FTTH-Gesamtsystems für die Übertragung von Rundfunksignalen. Obwohl die Anzahl der optischen Verstärker und optischen Verteiler vom Umfang der optischen Anlage oder von der anzuschließenden Anzahl der Teilnehmerendgeräte abhängt, muss die grundlegende Netzwerkkonfiguration diesem Systemreferenzmodell folgen. Das FTTH-System besteht aus drei Netzabschnitten, (1) einem Übertragungsnetz, (2) einem Verteilnetz und (3) einem Zugangsnetz. Die Spezifikationen sind in IEC 60728-113, IEC 60728-13-1 und IEC 60728-14 definiert. Die Kopfstellenanlage und das Wohnungsnetz sind über das FTTH-Netz verbunden. In diesem Dokument ist „gebäudeinterne optische Anlage“ definiert zwischen BNI und HNI. BNI ist definiert als Schnittstellenpunkt zwischen Kabelbetreiber und Gebäudeeigentümer. HNI ist definiert als Schnittstellenpunkt zwischen dem gebäudeinternen Netz und dem Wohnungsnetz des Endbenutzers. Da das gebäudeinterne Netz auch ein Teil des FTTH-Gesamtsystems ist, ist es sinnvoll, an der Kopfstelle und den Teilnehmeranschlüsseldosen dieselben Parameter anzuwenden, wie sie in den Normen IEC 60728-13-1 und IEC 60728-113 festgelegt sind.

Dieses Dokument beschreibt Verteilnetze für Fernsehsignale auf der Basis von Lichtwellenleitern in Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten (MDU), was in diesem Dokument ein Synonym für "Mehrfamilienhaus" ist. Die optische Leistung im Netz kann hoch sein, daher muss der Sicherheit der Menschen in Übereinstimmung mit IEC 60825-1, IEC 60825-2 und IEC 60825-12 besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

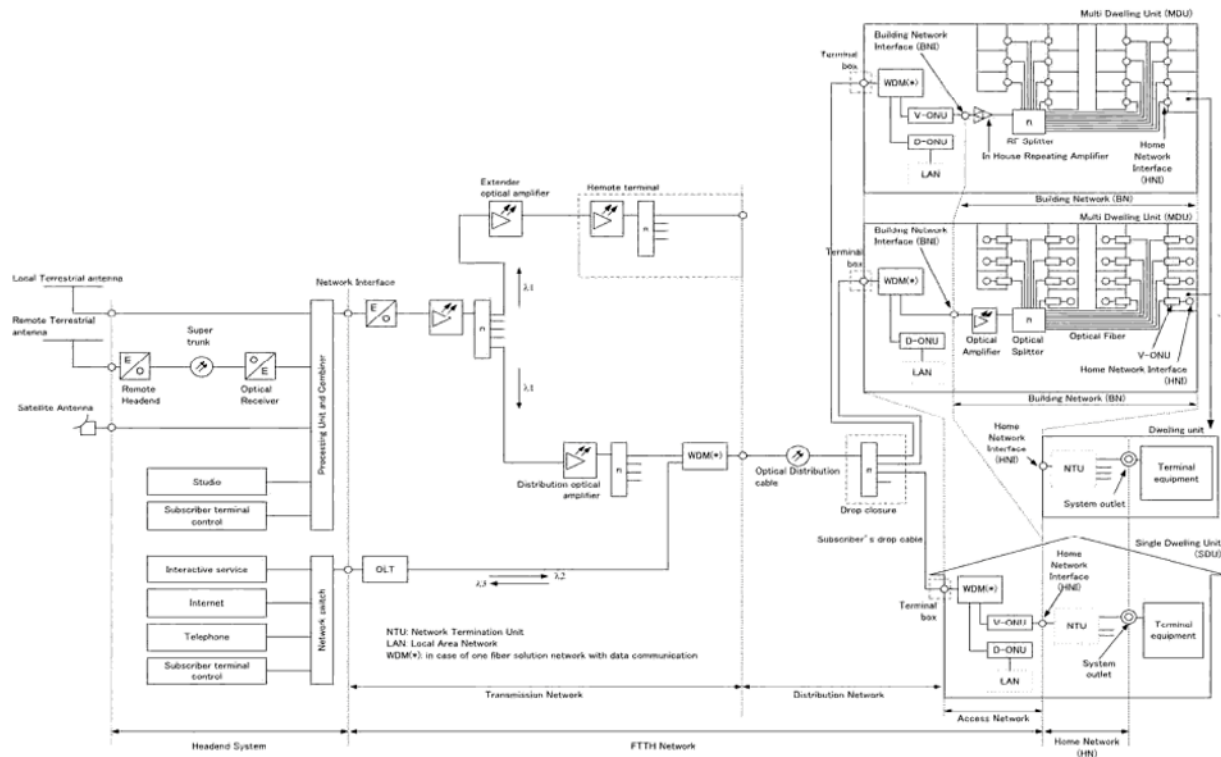
Der Datenkommunikationsdienst darf auch ein Teil des gebäudeinternen Netzes sein. Das Datensignal kann auf einer separaten Faser oder einer Einzelfaser übertragen und mit dem Sendesignal durch Wellenlängenmultiplexer kombiniert werden, wie in IEC 60728-113, IEC 60728-13-1 und IEC 60728-14 beschrieben.

4.3 Individuelles Referenzmodell

Es gibt vier Arten des Empfangs und der Weiterübertragung von Fernsehsignalen in Mehrfamilienhäusern (MDU) mit optischem Netz. Bei Typ A werden die Fernsehsignale am BNI optisch empfangen und wie in Bild 2 dargestellt über das gebäudeinterne optische Netz weiter übertragen, bei Typ B werden die Fernsehsignale am BNI elektrisch empfangen und die Satellitensignale von Einzelantennen (MATV oder SMATV) kombiniert und über das gebäudeinterne optische Netz wie in Bild 3 dargestellt weiter übertragen, und bei Typ C werden die Fernsehsignale von Einzelantennen (MATV oder SMATV) am BNI elektrisch empfangen und über das gebäudeinterne optische Netz wie in Bild 4 dargestellt weiter übertragen. Bei Typ D werden CATV-Signale in Verteilrichtung (en: downstream) aus dem HFC-Netz am BNI elektrisch empfangen und über das gebäudeinterne optische Netz weiter übertragen, und CATV-Signale in Rückwärtsrichtung (en: upstream) von den Teilnehmern werden am BNI optisch empfangen und über das HFC-Netz übertragen, wie in Bild 5 dargestellt.

— Entwurf —

E DIN EN IEC 60728-115 (VDE 0855-115):2021-03
prEN IEC 60728-115:2020



Übersetzung Bilder 1, 2, 3, 4, 5 und 6:

English	Deutsch
Local Terrestrial antenna	Lokale terrestrische Antenne
Remote Terrestrial antenna	Entfernte terrestrische Antenne
Super trunk	Hauptstammleitung
Remote Headend	Entfernte Kopfstelle
Optical Receiver	Optischer Empfänger
Satellite Antenna	Satellitenantenne
Studio	Studio
Subscriber terminal control	Teilnehmerendgerätesteuerung
Interactive service	Interaktiver Dienst
Internet	Internet
Telephone	Telefon
Processing Unit and Combiner	Verarbeitungseinheit und Richtkoppler
Network switch	Netzwerk-Switch
Headend system	Kopfstellenanlage
Network Interface	Netzwerkschnittstelle
NTU: Network Termination Unit	NTU: Netzabschlusseinheit
LAN: Local Area Network	LAN: Lokales Netz
WDM(*): in case of one fiber solution network with data communication	WDM(*): Im Falle einer Einfaserlösung für Netz mit Datenkommunikation
Extender optical amplifier	Optischer Abzweigverstärker
Remote terminal	Entferntes Endgerät
Distribution optical amplifier	Optischer Verteilverstärker
Transmission Network	Übertragungsnetz
FTTH Network	FTTH-Netz
Optical Distribution cable	Optisches Verteilkabel
Distribution network	Verteilnetz
Terminal box	Anschlusskasten
Building Network Interface (BNI)	Hausnetzwerkschnittstelle (BNI)
RF Splitter	HF-Verteiler
In House Repeating Amplifier	hausinterner Repeater-Verstärker
Multi Dwelling Unit (MDU)	Gebäude mit mehreren Wohneinheiten (MDU)
Home Network Interface (HNI)	Wohnungsnetzwerkschnittstelle (HNI)
Building Network (BN)	Gebäudenetzwerk (BN)
Optical Amplifier	Optischer Verstärker
Optical Splitter	Optischer Verteiler
Optical Fiber	Lichtwellenleiter
Drop closure	Anschlussgehäuse
Subscriber's drop cable	Teilnehmeranschlusskabel
Dwelling unit	Wohneinheit
System outlet	Anlagen-Anschlussdose
Terminal equipment	Endgerät
Single Dwelling unit (SDU)	Einzelwohneinheit (SDU)
Access Network	Zugangsnetzwerk
Home Network (HN)	Wohnungsnetzwerk (HN)
Antenna system (or other feeding network)	Antennenanlage (oder anderes Einspeisenetz)
Terrestrial antenna	Terrestrische Antenne

English	Deutsch
Optical Amplifier output	Ausgang des optischen Verstärkers
In building network	gebäudeinternes Netz
Optical transmitter output	Ausgang des optischen Senders
HFC network	HFC-Netz
X-Unit (output)	(Ausgang der) X-Unit
X-ONU (input/output)	(Eingang/Ausgang der) X-ONU
Headend (incl. CMTS)	Kopfstelle (inkl. CMTS)
Optical node	Optischer Knoten
HNI (V-/X-ONU output)	HNI (Ausgang der V-/X-ONU)
WAN	WAN
100Gb Ethernet	100-Gb-Ethernet
OLT	OLT
D-ONU	D-ONU
LAN	LAN
PC & other devices	PC und andere Geräte

Bild 1 – Beispiel für die FTTH-Anlage für Fernseh- und Tonsignale (IEC 60728-113)

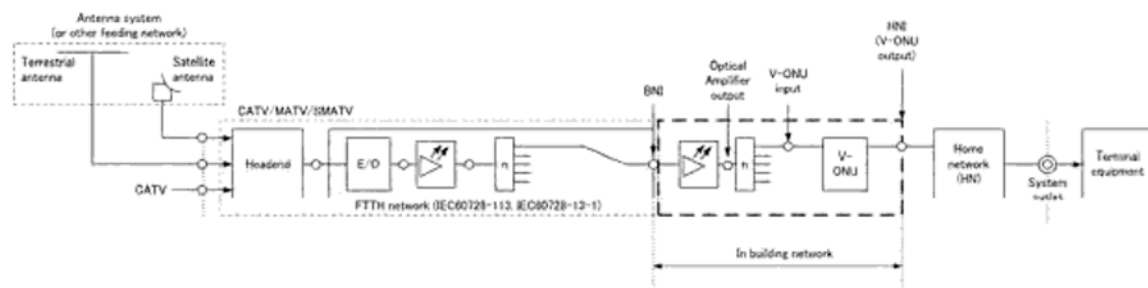


Bild 2 – Typ A: Die Fernsehsignale werden am BNI optisch empfangen und die Signale (CATV/MATV/SMATV) werden über das gebäudeinterne optische Netz weiterübertragen

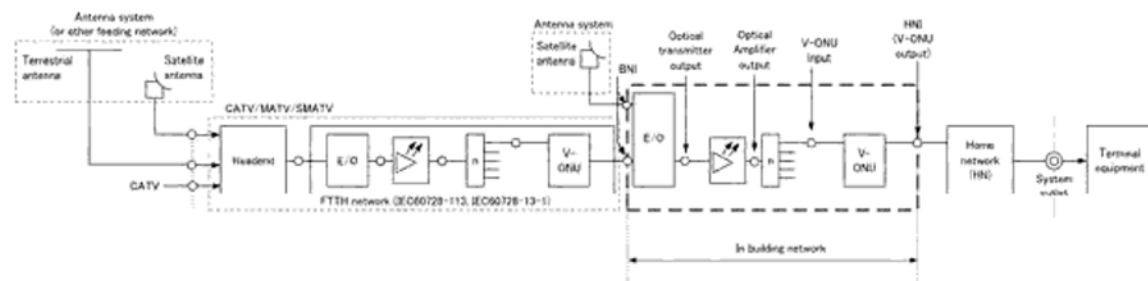


Bild 3 – Typ B: Die Fernsehsignale werden am BNI elektrisch empfangen, die Satelliten-ZF-Signale der einzelnen Antennen werden kombiniert und die Signale (CATV/MATV/SMATV) werden über das gebäudeinterne optische Netz weiterübertragen

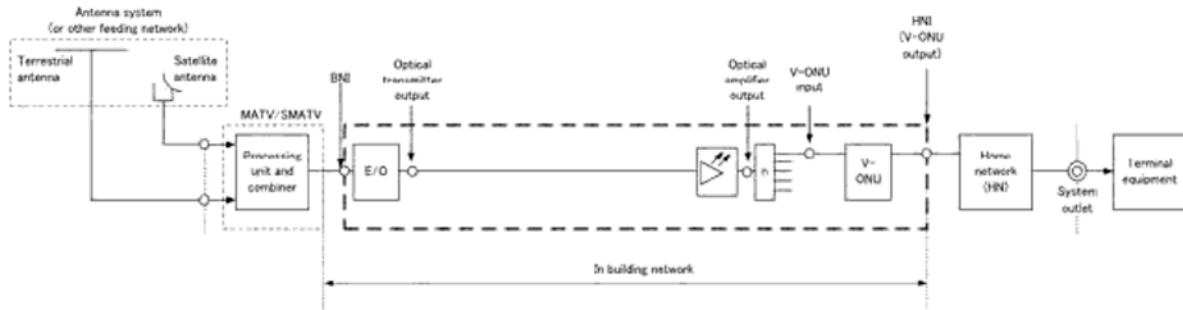


Bild 4 – Typ C: Die Fernsehsignale werden von einzelnen Antennen empfangen und die Signale (MATV/SMATV) werden über das gebäudeinterne optische Netz weiterübertragen

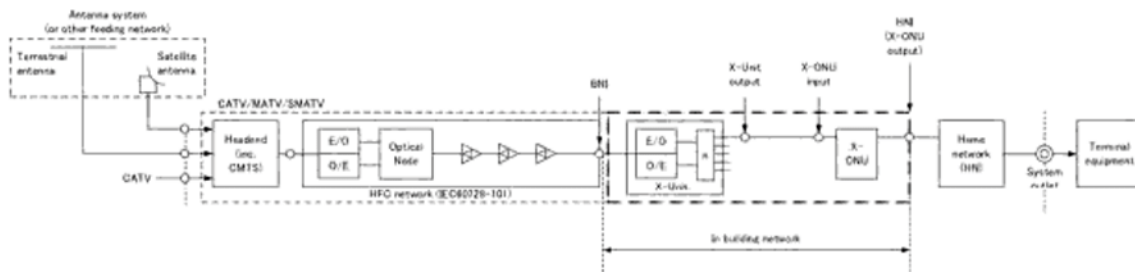


Bild 5 – Typ D: Fernsehsignale werden vom HFC-Netz empfangen und die Signale werden über das gebäudeinterne optische Netz weiterübertragen, und die Signale der Teilnehmer in Rückwärtsrichtung werden kombiniert und über das HFC-Netz zurückübertragen

5 Messverfahren

5.1 Messpunkte und Prüfobjekte

5.1.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die Messverfahren, die speziell für gebäudeinterne optische Anlagen zur Übertragung von Rundfunksignalen entworfen wurden.

5.1.2 Messpunkte

Bild 6 zeigt die Messpunkte der oben für Typ A, B, C und D beschriebenen gebäudeinternen optischen Anlage. S/IN, BER und MER werden grundsätzlich als elektrische Signale gemessen, während RIN im optischen Bereich gemessen wird.

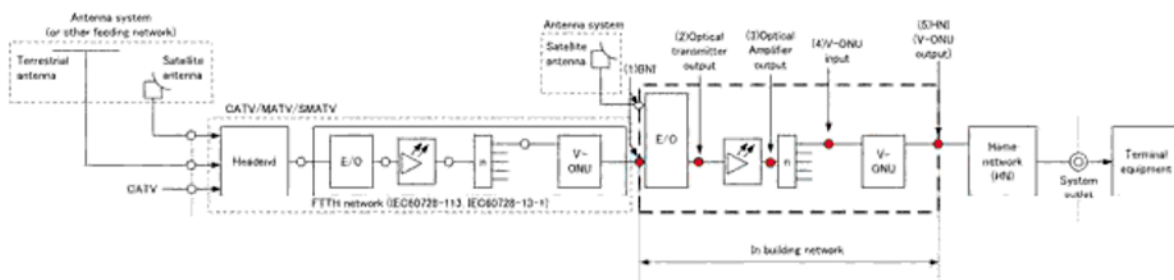


Bild 6 – Messpunkte für Typ A, B, C und D

5.1.3 Gemessene Parameter

Die folgenden Messungen müssen durchgeführt werden.

a) Optische Leistung

Die optische Leistung muss an jedem in [Abschnitt 6](#) beschriebenen Messpunkt gemessen werden.

b) Signalpegel und Signal-Rausch-Verhältnis (elektrisches Signal)

Der Signalpegel und das Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis werden gemessen, nachdem das optische Signal in ein elektrisches Signal umgewandelt wurde, und es müssen an jedem in [Abschnitt 6](#) beschriebenen Messpunkt Messungen durchgeführt werden.

c) Optisches relatives Intensitätsrauschen (optisches RIN)

Das Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis wird aus dem gemessenen RIN (relativen Intensitätsrauschen) des optischen Signals geschätzt.

Um das *RIN* zu messen, muss die optische Leistung am Messpunkt größer als -3 dB(mW) sein, eine Begrenzung, die vom Rauschverhalten der Messeinrichtung herrührt.

Da jedoch die vorgegebene Begrenzung nur vom Rauschverhalten der Messgeräte abhängt, kann hiervon abgewichen werden, falls sich die Genauigkeit der Messung künftig verbessert.

5.2 Allgemeine Messanforderungen

Für alle in diesem Abschnitt beschriebenen Messungen müssen die folgenden Anforderungen beachtet werden.

5.2.1 Eingangsspezifikation

Die folgenden Bedingungen müssen der Spezifikation des zu prüfenden Geräts, Instruments oder Systems entnommen werden:

- a) Versorgungsspannung(en);
- b) Steuersignal(e), falls vorhanden, mit den korrekten Werten für Impedanz, Pegel und Frequenz.

5.2.2 Normgerechte Messbedingungen

Alle Messungen müssen unter den folgenden Bedingungen ausgeführt werden:

- a) Umgebungstemperatur und relative Luftfeuchte müssen im Bereich von 15°C bis 35°C bzw. 25 % bis 75 % liegen (siehe [IEC 60068-1](#), 5.3.1). Jedoch muss die Spezifikation der Messausrüstung berücksichtigt werden.
- b) Das zu prüfende Gerät, Instrument oder System muss sich im normalen Betriebszustand befinden und vor der Messung montiert und entsprechend dem vorgesehenen Pegeldiagramm eingestellt und abgestimmt werden.
- c) Der normale Betriebszustand bezieht sich auf den Zustand, bei dem die zu prüfende CATV/MATV/SMATV-Anlage in einer bestimmten Einrichtung voll funktionsfähig ist.
- d) Die Impedanzanpassung zwischen Teilen der Ausrüstung und der Messeinrichtung muss ausgerichtet sein, besondere Sorgfalt ist beim Einbau von Komponenten wie z. B. Dämpfungsgliedern erforderlich, damit Messfehler vermieden werden.
- e) Es muss kalibrierte Messausrüstung verwendet werden. Eine Fehlergrenze von $\pm 0,5 \text{ dB}$ wird empfohlen.

5.2.3 Vorsichtsmaßnahmen für Messungen

Die folgenden Vorsichtsmaßnahmen müssen berücksichtigt werden.

- a) Es ist darauf zu achten, dass sichergestellt ist, dass optische Reflexion nicht die Genauigkeit der Messung beeinträchtigt.

- b) Während der Messung müssen das Eingangssignal und das Steuersignal (falls verwendet) innerhalb von $\pm 0,5$ dB konstant gehalten werden.
- c) Um Leistungsverluste und Reflexionen zu verhindern, müssen die Prüffasern saubere und unbeschädigte Enden haben.
- d) Muss mit der Sicherheit von Menschen gegenüber Laserstrahlung übereinstimmen, wie in IEC 60825-1, IEC 60825-2 und IEC 60825-12 festgelegt.

5.3 Optische Leistung

5.3.1 Allgemeines

Zweck dieser Messung ist die Bestimmung der mittleren optischen Leistung an jedem Messpunkt der optischen Anlage, wie in Bild 7 oder Bild 8 dargestellt.

5.3.2 Messung der optischen Leistung bei einer einzelnen Wellenlänge

Die Messung der optischen Leistung bei einer einzelnen Wellenlänge muss nach IEC 60728-6:2011, 4.2, erfolgen.

5.3.3 Messung der optischen Leistung eines WDM-Signals

Die Messung der optischen Leistung bei einer einzelnen Wellenlänge muss nach IEC 60728-113:2018, 6.2, erfolgen.

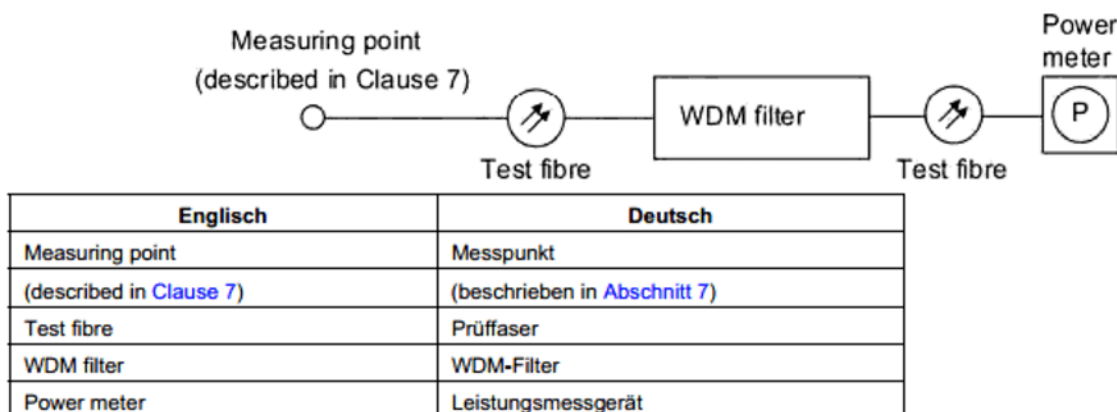


Bild 7 – Prüfaufbau zur Messung der optischen Leistung mit einem WDM-Filter

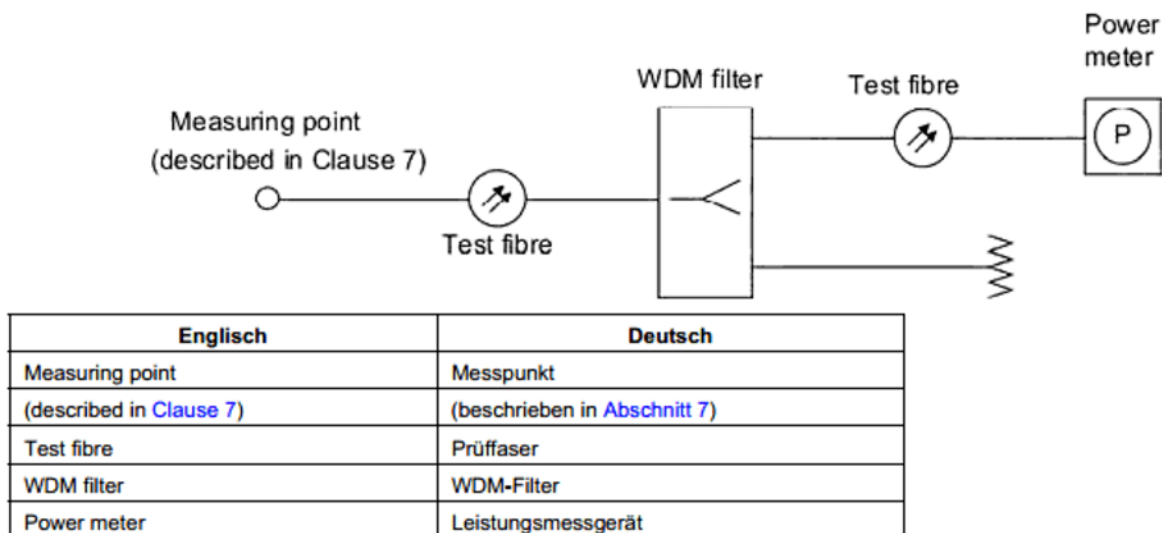


Bild 8 – Prüfaufbau zur Messung der optischen Leistung mit einem WDM-Filter

5.3.4 Darstellung der Ergebnisse

Die optische Leistung muss in dB(mW) ausgedrückt werden.

5.4 Optische Wellenlänge

5.4.1 Allgemeines

Zweck dieser Messung ist es, den Spitzenwert der optischen Wellenlänge an jedem in [Abschnitt 7](#) aufgeführten Messpunkt zu messen.

5.4.2 Messverfahren

Für die Messung der mittleren Wellenlänge des optischen Signals muss das in [IEC 61280-1-3](#) beschriebene Verfahren verwendet werden.

5.4.3 Darstellung der Ergebnisse

Die optische Wellenlänge muss in nm ausgedrückt werden.

5.5 Signal-Rausch-Verhältnis des optischen Signals

5.5.1 Allgemeines

Dieses Messverfahren wird zur Vorhersage des Signal-Rausch-Verhältnisses am Ausgang einer V-ONU aus dem gemessenen relativen Intensitätsrauschen (RIN) des optischen Eingangssignals der V-ONU verwendet.

Das RIN ist das durch zeitliche Schwankungen der optischen Ausgangsleistung erzeugte Rauschen und wird ausgedrückt als das Verhältnis von mittlerer optischer Leistung zu mittlerer Rauschleistung, gemessen mit einer Bandbreite von 1 Hz. Das RIN direkt im optischen Bereich zu messen, ist schwierig, und die Messung muss nach Umsetzung des optischen Signals in ein elektrisches Signal erfolgen. Ist der optische Eingangspegel der V-ONU wie in den meisten realisierten Anlagen niedrig, ist eine genaue Messung des RIN jedoch nicht möglich. Das RIN kann auch aus den gemessenen Leistungsdaten der einzelnen Komponenten, aus denen die Anlage aufgebaut ist, berechnet werden. Es ist jedoch notwendig, das RIN an einem nahegelegenen Messpunkt zu messen, wo das optische Signal in ein elektrisches Signal umgewandelt wird und umgekehrt, zum Beispiel an V-ONU-Eingang und -Ausgang.

5.5.2 Messverfahren

Die Messung des RIN muss nach der Beschreibung von Messaufbau und -verfahren in [IEC 60728-113:2018, 6.4](#) durchgeführt werden.

5.5.3 Darstellung der Ergebnisse

Das gemessene RIN muss in dB (Hz⁻¹) ausgedrückt werden.

Der Prüfaufbau in [Bild 9](#) dient der vereinfachten Messung des Signal-Rausch-Verhältnisses im optischen Teil des Netzes. Die Messung muss im elektrischen Bereich des Netzes unter Verwendung eines elektrischen Spektrumanalysators an den in [Abschnitt 7](#) beschriebenen Punkten durchgeführt werden.

5.5.4 Messverfahren

Die Messung von HF-Signalpegel und Signal-Intermodulations- und Rauschpegel muss nach den in [IEC 60728-113:2018, 6.3](#) beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

5.5.5 Darstellung der Ergebnisse

Der Signalpegel muss in dB(mW) oder in dB(μV) und das HF-Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis in dB ausgedrückt werden.

5.6 SINR (Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis) kleiner als 1 GHz

5.6.1 Allgemeines

Ziel dieses Messverfahrens ist die Messung des Signalpegels des Fernsehgrundfunksignals. Das HF-Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis wird unter Verwendung des gemessenen Rauschpegels innerhalb der Übertragungsbandbreite des Fernsehsignals gemessen. Dieses Prüfverfahren führt die Messung im elektrischen Bereich durch.

5.6.2 Messaufbau

Die Ausrüstung wird wie in Bild 9 gezeigt angeschlossen. Das Messverfahren für das HF-Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis optischer Übertragungsanlagen ist das gleiche wie für Kabelverteilstellen (siehe IEC 60728-101:2016, 4.4).

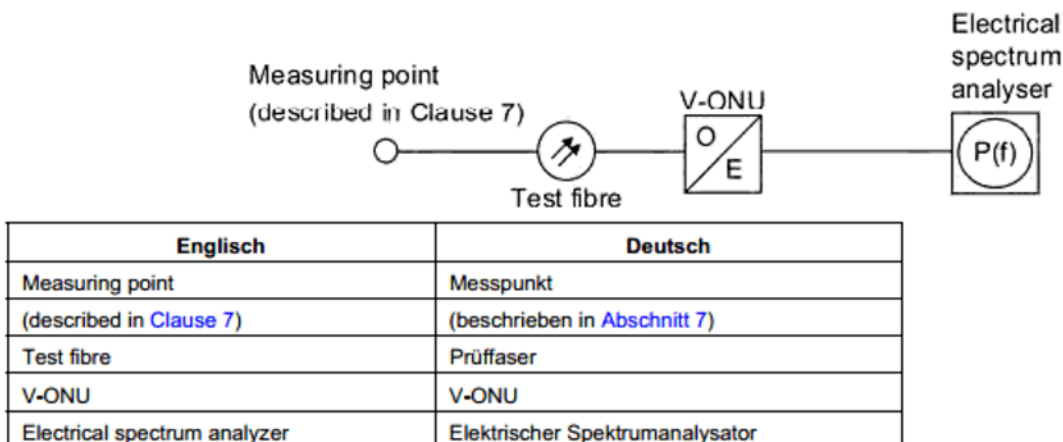


Bild 9 – Prüfaufbau für die Messung des HF-Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnisses

Der Prüfaufbau in Bild 9 dient der vereinfachten Messung des Signal-Rausch-Verhältnisses im optischen Teil des Netzes. Die Messung muss im elektrischen Bereich des Netzes unter Verwendung eines elektrischen Spektralanalysators an den in Abschnitt 7 beschriebenen Punkten durchgeführt werden.

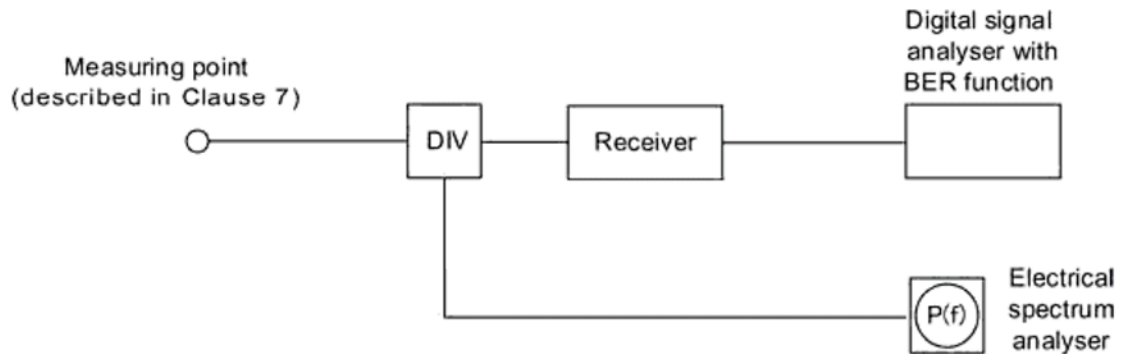
5.7 BER der Anlage

5.7.1 Allgemeines

Der Zweck dieses Prüfverfahrens ist die Messung des Bitfehlerverhältnisses (BER) des digital modulierten HF-Signals an jedem Messpunkt. Die in 6.8 beschriebene Messung des BER wird durch Demodulation des Rundfunksignals mit dem digitalen Signalanalysator ausgeführt.

5.7.2 Messaufbau

Der Messaufbau für die BER-Messung wird in Bild 10 gezeigt.



Englisch	Deutsch
Measuring point	Messpunkt
(described in Clause 7)	(beschrieben in Abschnitt 7)
DIV	Verteiler
Electrical spectrum analyzer	Elektrischer Spektrumanalysator
Receiver	Empfänger
Digital signal analyzer with BER function	Digitaler Signalanalysator mit BER-Funktion

Bild 10 – Prüfaufbau für die BER-Messung

5.7.3 Messverfahren

Zur Messung des BER muss das in [IEC 60728-113:2018, 6.8](#) beschriebene Messverfahren befolgt werden. Das BER muss im Falle von RS vor der Fehlerkorrektur und im Falle von LDPC nach der Fehlerkorrektur gemessen werden. Um eine schnellere Messung zu ermöglichen, wird die Fehlerkorrekturfunktion abgeschaltet, wenn diese Möglichkeit an der Messausrüstung zur Verfügung steht.

5.7.4 Darstellung der Ergebnisse

Das gemessene BER muss in dB ausgedrückt werden.

5.8 Dämpfungsbudget der Anlage

5.8.1 Allgemeines

Der optische Eingangspegel für jeden optischen Verstärker sollte 0 dB(mW) oder höher sein und einen Pegel für einen angemessenen Empfang durch die V-ONU aufrechterhalten, wenn er mit einem optischen Koppler kombiniert wird. Für Verbindungen zwischen Geräten sollten optische Steckverbinder verwendet werden, die in geeigneter Weise an Lichtwellenleitern befestigt sind. Das Dämpfungsbudget sollte sorgfältig berechnet werden, mit der Dämpfung von Lichtwellenleitern, Fusionsdämpfung, Dämpfung des optischen Kopplers und des optischen Steckverbinders innerhalb der gebäudeinternen optischen Anlage.

5.8.2 Messverfahren

Das Dämpfungsbudget ist der Unterschied im optischen Pegel zwischen Eingangs- und Ausgangsanschluss einer Anlage. Im Falle eines Anlagendämpfungsbudgets, wie in [Bild 11](#) dargestellt, ist der Eingangsanschluss ein Ausgangsanschluss des optischen TX und der Ausgangsanschluss ein Ausgangsanschluss der Teilnehmerräume.

$$\text{Loss budget (dB)} = P_{\text{in}} - P_{\text{out}} \quad (1)$$

Dabei ist:

P_{in} : optischer Eingangspegel der Anlage

P_{out} : optischer Ausgangspegel der Anlage

Die optischen Eingangs- und Ausgangspegel müssen nach den in [5.3](#) beschriebenen Verfahren gemessen werden.

5.8.3 Berechnung des Dämpfungsbudgets

Tabelle 3 zeigt die Anzahl der Teilungen und die zugehörige Einfügungsdämpfung optischer Koppler. Tabelle 4 zeigt ein Beispiel für die optische Dämpfung innerhalb einer optischen Anlage.

Tabelle 3 – Anzahl von Teilungen und Einfügungsdämpfung optischer Koppler (Beispiel)

Anzahl der Teilungen	Einfügungsdämpfung
2	4
4	8
8	11
16	14,5
32	18,5

Tabelle 4 – Beispiel für optische Dämpfung

Dämpfung des Lichtwellenleiters	0,45 dB/km ($\lambda = 1\,310\text{ nm}$)
	0,35 dB/km ($\lambda = 1\,550\text{ nm}$)
Fusionsdämpfung des Lichtwellenleiters	0,1 dB/Punkt
Dämpfung der Steckverbinder	jeweils 0,5 dB

Das optische Dämpfungsbudget kann wie folgt berechnet werden.

$$\text{Gesamte optische Dämpfung (dB)} = \alpha_o \times L + \alpha_s \times N + \alpha_c \times N_s + \alpha_c + P \quad (2)$$

Dabei ist:

α_o Lichtwellenleiterdämpfung je 1 km (dB/km)

L Länge des Lichtwellenleiters (km)

α_s Fusionsdämpfung je Fusionspunkt (0,1 dB)

N_s Anzahl der Fusionspunkte

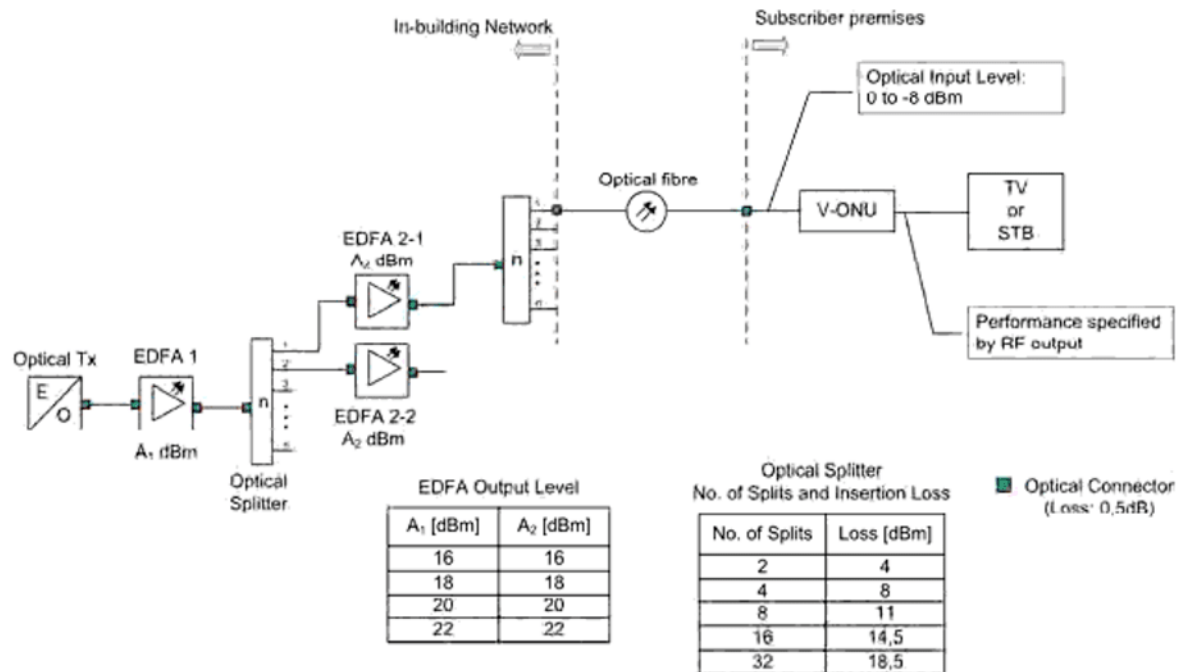
α_c Dämpfung optischer Steckverbinder je Steckverbinder (0,5 dB)

N_c Anzahl optischer Steckverbinder

P Anlagenreserve (dB)

5.8.4 Grundkonfiguration

Bild 11 zeigt eine Grundkonfiguration einer gebäudeinternen Anlage einschließlich der typischen optischen Pegel.



19

Englisch	Deutsch
Optical Tx	Optischer Tx
Optical Splitter	Optischer Verteiler
EDFA Output Level	EDFA-Ausgangspegel
In-building network	gebäudeinternes Netz
Optical fibre	Lichtwellenleiter
Subscriber premises	Teilnehmerräume
Optical Input Level	Optischer Eingangspegel
TV or STB	TV oder Set-Top-Box
Performance specified by RF output	Leistungsfähigkeit durch HF-Ausgang festgelegt
No. of Splits	Anzahl Teilungen
Insertion Loss	Einfügungsdämpfung
Optical Connector	Optischer Steckverbinder
Loss	Dämpfung

Bild 11 – Grundkonfiguration einer gebäudeinternen optischen Anlage

5.8.5 Darstellung der Ergebnisse

Das Dämpfungsbudget muss in dB ausgedrückt werden.

5.9 Bandbreite der Übertragungsfrequenz zwischen optischem Sender und V-ONU

5.9.1 Allgemeines

Zweck dieses Messverfahrens ist die Messung der Übertragungsfrequenzbandbreite des gebäudeinternen Netzes zwischen dem optischen Sender und der V-ONU.

5.9.2 Messaufbau

Ein Signalgenerator mit einem Frequenzbereich, der größer ist als die erwartete Reichweite des gebäudeinternen Netzes, ist an den optischen Sender angeschlossen. Ein elektrischer Spektrumanalysator wird an die V-ONU angeschlossen, um die Amplitude des HF-Ausgangs der V-ONU zu messen.

ANMERKUNG Anstelle des Signalgenerators und des Spektrumanalysators darf ein Netzwerkanalysator verwendet werden. Es darf auch ein Spektrumanalysator mit einem Mitlaufgenerator verwendet werden. Werden für die Messung längere Koaxialkabel verwendet, so müssen die Amplituden um den Frequenzgang bei den einzelnen Frequenzen korrigiert werden.

5.9.3 Messverfahren

Die Messung muss nach dem im Folgenden beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

- Die Ausrüstung wird wie in Bild 12 gezeigt angeschlossen.
- Die Versorgungsspannung und eventuelle Steuersignale der Übertragungseinrichtung werden auf die tatsächlichen Betriebsbedingungen eingestellt.
- Die Signalausgangsspannung der V-ONU wird bei einer ausreichenden Anzahl von Frequenzen gemessen, die den erwarteten Frequenzbereich des Netzes abdecken. Die Messwerte müssen unter Verwendung des bekannten Frequenzgangs des Signalgenerators und des Spektrumanalysators korrigiert werden, die direkt miteinander verbunden sind.
- Die Amplituden $A_{\max}$ und $A_{\min}$ an den Schnittpunkten zwischen dieser Linie und den Frequenzbereichsgrenzen $f_{\max}$ and $f_{\min}$ werden bestimmt (siehe Bild 13). Die Differenz $f_{\max} - f_{\min}$ muss als Frequenzbandbreite des gebäudeinternen Netzes angegeben werden.

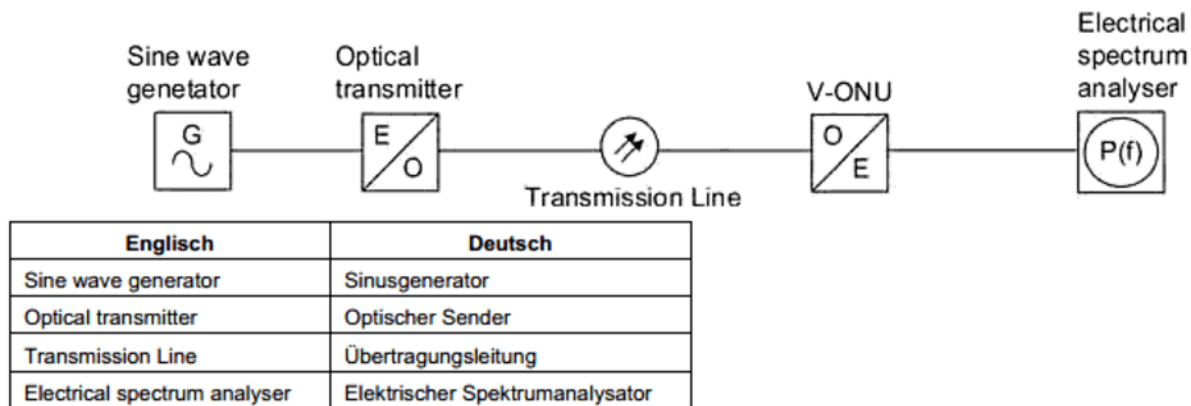
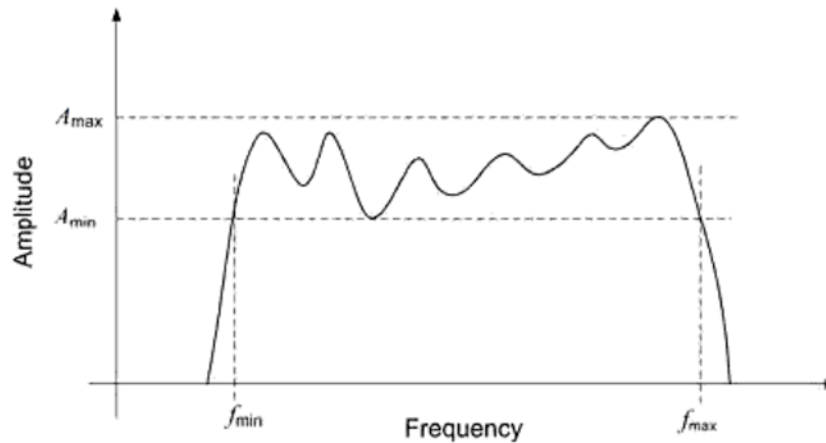


Bild 12 – Aufbau für die Messung der Frequenzbandbreite zwischen optischem Sender und V-ONU

5.9.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Frequenzbandbreite muss in MHz angegeben werden.

Ein Beispiel für ein Messergebnis der Frequenzbandbreite wird in Bild 13 gezeigt.



Englisch	Deutsch
Amplitude	Amplitude
Frequency	Frequenz

Bild 13 – Beispielmessung der Frequenzbandbreite

5.10 SINR (Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis) von Satelliten-Rundfunksignalen

5.10.1 Allgemeines

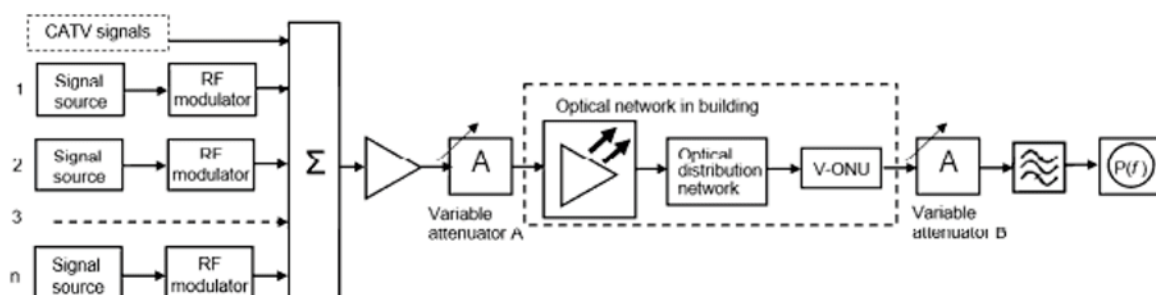
Dieses Messverfahren ist für die Messung des HF-Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnisses S/IN digital modulierter Signale der Formate PSK, APSK, QAM oder OFDM anwendbar.

Das modulierte Signal ähnelt dem in der Bandbreite des Kanals verteilten Intermodulations- und Rauschsignal, die Messung beruht auf der Anwendung eines geeigneten Spektrumanalysators, der auf den Frequenzbereich des Kanals abgestimmt werden und die gesamte Bandbreite anzeigen kann, um die spektralen Leistungsdichten sowohl des Signals als auch des Rauschens zu messen.

Die Messung kann an der Teilnehmeranschlussdose, am Ausgang einer Verteileinrichtung (passiv oder aktiv), am Ausgang der Kopfstelle oder am Ausgang einer Außenanlage (SHF-Empfänger) für den Satellitenempfang durchgeführt werden.

5.10.2 Messaufbau

Der Messaufbau wird in Bild 14 gezeigt. Die Signalquelle und die HF-Modulatoren werden so gewählt, dass Signale in der gewünschten Anzahl mit geeignetem Modulationsformat erzeugt werden.



Übersetzung Bilder 14 und 15:

Englisch	Deutsch
CATV signals	CATV-Signale
Signal source	Signalquelle

Englisch	Deutsch
RF modulator	HF-Modulator
Variable Attenuator	Verstellbares Dämpfungsglied
Optical network in building	Optisches Netz im Gebäude
Optical distribution network	Optisches Verteilnetz
Power splitter	Leistungsteiler
Receiver	Empfänger
BER measuring set	BER-Messgerät

Bild 14 – Aufbau für die Messung der SINR für Satelliten-Rundfunksignale

5.10.3 Erforderliche Einrichtungen

Die erforderlichen Einrichtungen sind im Folgenden aufgeführt:

- Basisband-Videosignalquellen
- HF-Modulatoren das geeignete Modulationsformat
- Andere CATV-Videosignale (optional)
- HF-Verstärker mit geeigneter Verstärkung
- Ein Richtkoppler für die Ausgangssignale der Modulatoren mit vernachlässigbarer Verzerrung
- Einstellbare Dämpfungsglieder
- optischer Referenzempfänger
- Bandpassfilter
- Spektrumanalysator, der auf den Nennfrequenzbereich der Anlage abstimmbare ist

5.10.4 Durchführung der Messung

Die Messung des SINR muss nach den im Folgenden beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

- Alle verwendeten Kanäle (Kanallast und Messkanäle) müssen den gleichen Ausgangspegel innerhalb einer Abweichung von höchstens $\pm 0,5$ dB aufweisen, gemessen am Eingang des HF-Verstärkers.
- Der Eingang zum HF-Verstärker wird so eingestellt, dass die Nenn-HF-Ausgangsleistung erreicht wird.
- Die Leistung des Messsignals wird gemessen (die Messbandbreite wird nach dem Modulationsformat gewählt, z. B. 28,86 MHz für TC 8 PSK, 33,7561 MHz für 16 APSK).
- Das Messsignal und das Nachbarsignal auf beiden Seiten des Messsignals werden abgeschaltet und die Rauschleistung innerhalb der Messbandbreite wird gemessen. Wenn das Eingangssignal abgeschaltet wird, funktionieren die signalgesteuerten AGC-Systeme möglicherweise nicht korrekt, in diesem Fall muss die AGC abgeschaltet werden, und während dieser Prüfungen muss eine manuelle Verstärkungsregelung verwendet werden.
- Das Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis S/IN wird mit folgender Formel berechnet:

$$S/IN = S - IN \quad (3)$$

Dabei ist

S/IN das Signal-Intermodulations- und Rausch-Verhältnis in dB;

S der Signalpegel in dB(μ V), in dB(mW) oder in dB(mW)/Hz;

IN der Intermodulations- und Rauschpegel in dB(μ V), in dB(mW) oder in dB(mW)/Hz.

- Das Verfahren c) bis e) zur Messung des SINR für andere Messsignale wird wiederholt.

ANMERKUNG 1 Die Gesamtrauschleistung innerhalb der Messung muss gemessen werden. Für diese Messung müssen geeignete Bandpassfilter verwendet werden, um das gesamte Signal aus der Messbandbreite herauszufiltern, damit jegliche Signalverzerrung innerhalb des Spektrumanalysators vermieden wird.

ANMERKUNG 2 Für die Messung von Satellitensignalen wird eine Gesamtzahl von 50 Signalen (TC 8 PSK/16 APSK) bevorzugt.

ANMERKUNG 3 Das SINR des Signaleingangs zum zu prüfenden Gerät darf die Messgenauigkeit nicht beeinflussen.

ANMERKUNG 4 Die Messbedingungen am Spektrumanalysator werden wie folgt eingestellt.

Frequenzspanne: 50 MHz

Auflösungsbandbreite: 300 kHz

Videobandbreite: 3 MHz

Erfassungsbetriebsart: Abtastung

Mittelwert: 30 mal oder mehr

5.10.5 Darstellung der Ergebnisse

Das gemessene SINR muss in dB ausgedrückt werden.

5.11 SINR (S/IN) als Funktion von BER

5.11.1 Allgemeines

Zweck dieses Prüfverfahrens ist die Messung der Beziehung zwischen dem Bitfehlerverhältnis (BER) und dem Signal-Rausch-Verhältnis S/N des digital modulierten HF-Signals an jedem Messpunkt.

5.11.2 Messaufbau

Der Messaufbau zur Messung von BER als Funktion von SINR wird in Bild 15 gezeigt.

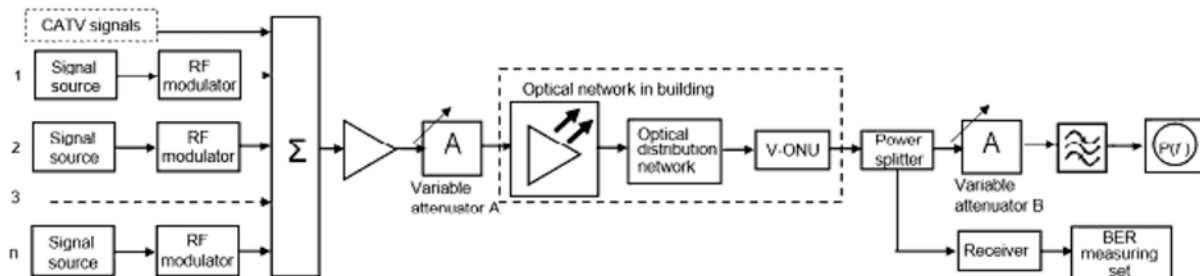


Bild 15 – Prüfaufbau zur Messung von BER
Bild 15 – Prüfaufbau zur Messung von BER als Funktion von SINR

5.11.3 Erforderliche Einrichtungen

Die erforderlichen Einrichtungen sind im Folgenden aufgeführt:

- Basisband-Videosignalquellen
- HF-Modulatoren für das geeignete Modulationsformat
- andere CATV-Videosignale (optional)
- HF-Verstärker mit geeigneter Verstärkung
- ein Richtkoppler für die Ausgangssignale der Modulatoren mit vernachlässigbarer Verzerrung
- einstellbare Dämpfungsglieder
- optischer Referenzempfänger
- Bandpassfilter
- Spektrumanalysator, der über den Nennfrequenzbereich der Anlage abstimbar ist
- Leistungsteiler

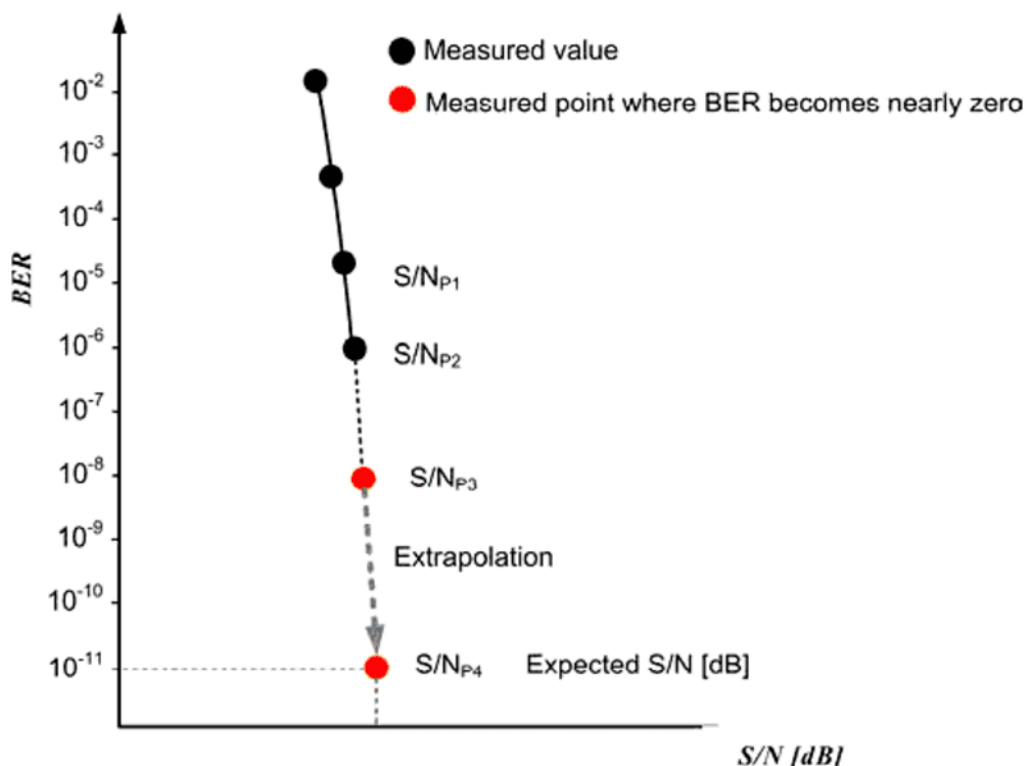
j) BER-Messeinrichtung

5.11.4 Durchführung der Messung

Die Messung muss nach dem im Folgenden beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

- Diese Messung kann unter tatsächlichen Anlagen-Betriebsbedingungen durchgeführt werden. Eine etwaige AGC (automatische Verstärkungsregelung) des optischen Senders muss ausgeschaltet und dieser auf die MGC-Betriebsart eingestellt werden.
- Die Messgeräte werden wie im Blockschaltbild für die Messung dargestellt angeschlossen.
- Das SINR (Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis) wird gemessen.
Jegliche RS-Fehlerkorrektur wird abgeschaltet und das BER mit dem digitalen Signalanalysator mit der BER-Messfunktion oder mit einem BER-Messgerät gemessen.
- Kann die Fehlerkorrektur nicht abgeschaltet werden oder wird LDPC-/BCH-Fehlerkorrektur verwendet, dauert es im allgemeinen lange, niedrige Fehlerzustände wie $BER = 10^{-11}$ zu messen. In diesem Fall kann das im Folgenden beschriebene Extrapolationsverfahren verwendet werden.

Bild 16 zeigt das Extrapolationsverfahren für das BER.



Englisch	Deutsch
Measured value	Messwert
Measured point where BER becomes nearly zero	Gemessener Punkt, an dem BER nahezu Null wird
Extrapolation	Extrapolation
Expected S/N [dB]	Erwartetes S/N [dB]

Bild 16 – Extrapolationsverfahren der BER-Messung

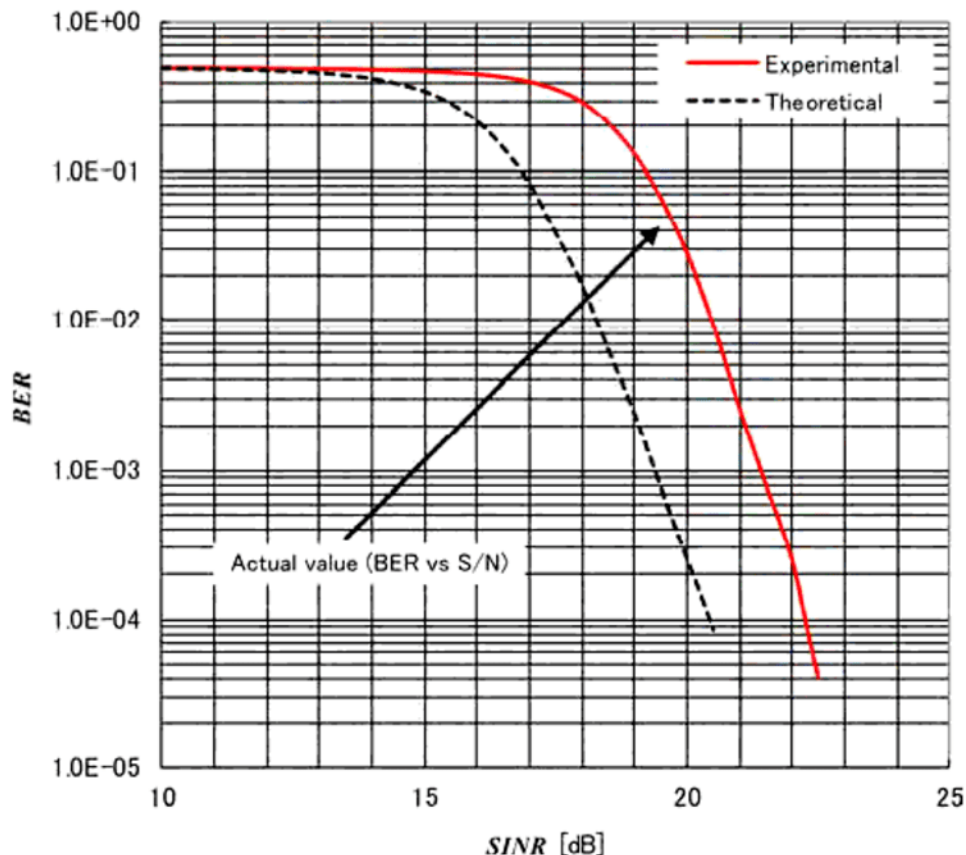
Es werden drei S/N-Werte für S/N_{P1} , S/N_{P2} und S/N_{P3} wie in Bild 17 gezeigt gemessen und S/N_{P4} wird ermittelt, das die Linie von $BER = 10^{-11}$ kreuzt, sowie die Steigungslinie zwischen den Punkten von P2 und P3. S/N_{P4} kann mit der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$S/N_{P4} = 2 \cdot \frac{\lg(10^{-11}) - \lg(BER_{P3})}{\frac{\lg(BER_{P2}) - \lg(BER_{P1})}{S/N_{P2} - S/N_{P1}} + \frac{\lg(BER_{P3}) - \lg(BER_{P2})}{S/N_{P3} - S/N_{P2}}} + S/N_{P3} \quad (4)$$

S/N wird am Eingang des Messgeräts und BER durch Veränderung des Werts des Dämpfungsglieds gemessen.

5.11.5 Messung des Ergebnisses

Ein Beispiel für die Messung von BER als Funktion von SINR wird in Bild 17 – Beispiel für eine Kennlinie von BER über S/N gezeigt. Das gemessene Signal-Intermodulations- und Rauschverhältnis (SINR) muss in dB ausgedrückt und das BER muss dimensionslos angegeben werden.



Englisch	Deutsch
Experimental	Experimentell
Theoretical	Theoretisch
Actual value (BER vs S/N)	Tatsächlicher Wert (BER über S/N)

Bild 17 – Beispiel für eine Kennlinie von BER über S/N

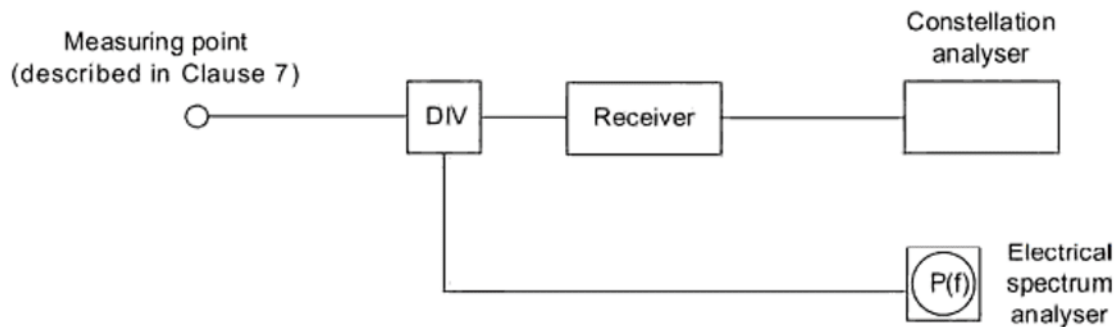
5.12 Modulationsfehlerverhältnis (MER)

5.12.1 Allgemeines

Zweck dieses Prüfverfahrens ist die Messung des Modulationsfehlerverhältnisses (MER) an jedem Messpunkt des FTTH-Systems.

5.12.2 Anschluss der Einrichtung

Der Messaufbau für die MER-Messung wird in Bild 18 gezeigt.



Englisch	Deutsch
Measuring point	Messpunkt
(described in Clause 7)	(beschrieben in Abschnitt 7)
DIV	Verteiler
Receiver	Empfänger
Constellation analyser	Vektorsignalanalysator
Electrical spectrum analyser	Elektrischer Spektrumanalysator

Bild 18 – Prüfaufbau für die MER-Messung

5.12.3 Durchführung der Messung

Die Messung muss nach dem im Folgenden beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

- Der digitale Signalanalysator wird mit jedem Messpunkt verbunden.
- Jeder Parameter des digitalen Signalanalysators wird konfiguriert.
- Signalfrequenz und Referenzpegel werden eingestellt.
- Gegebenenfalls werden Betriebsart, Schutzintervall und TMCC-Parameter eingestellt.
- MER wird gemessen.

5.12.4 Darstellung der Ergebnisse

Ein Beispiel für die Messung des Systemrauschabstands wird in [Bild 19](#) gezeigt. Das gemessene MER muss in dB ausgedrückt werden.

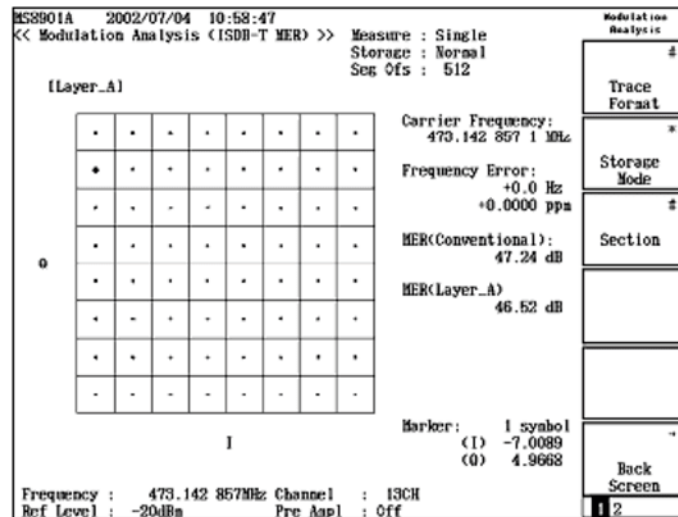


Bild 19 – Beispiel für das Ergebnis einer MER-Messung (Modulationsformat 64 QAM)

6 Vereinfachtes Messverfahren für Einführung und Instandhaltung der Anlage

6.1 Allgemeines

Um 2K-, 4K- und 8K-Rundfunkübertragungen einschließlich Satellitenrundfunkübertragungen empfangen zu können, sollte die Empfangsanlage in der Lage sein, Signale mit einer höheren Frequenz, beispielsweise bis zu 3 300 MHz, zu empfangen. Entweder muss die Empfangsanlage vor Beginn der kommerziellen Ausstrahlung aufgerüstet werden, bei neuen Installationen sollte die höhere Frequenz von Anfang an im Entwurf enthalten sein. Die Signalparameter (wie Signalpegel, SINR, BER) am Eingang und Ausgang aller Geräte sollten bestätigt werden.

In den meisten Fällen ist es schwierig, konventionelle Messgeräte und -systeme innerhalb der MDU und der Gebäude für die Messung von Signalpegel, Frequenzgängen, MER usw. zu verwenden. Daher wird in diesem Abschnitt ein einfacheres Messverfahren beschrieben. Die Messgrößen für die vereinfachte Signalmessung sind definiert durch [Tabelle 5](#).

Tabelle 5 – Messgegenstände für die vereinfachte Signalmessung

Messgegenstand	Tragbares Messgerät	Messpunkte					
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		BNI	Opt. Tx Ausgang	Opt. Verst. Ausgang	V(X)-ONU Eingang	HNI	Anlagen- Steckdose
Optische Leistung	Optisches Leistungsmessgerät	NA	X	X	X	NA	NA
Wellenlänge	Optisches Wellenlängenmessgerät	NA	X	—	—	NA	NA
BER	TV-Feldstärke-messgerät	X	NA	NA	NA	X	X
MER	TV-Feldstärke-messgerät	X	NA	NA	NA	X	X
Dämpfungsbudget der Anlage	Optisches Leistungsmessgerät	NA	X	X	X	NA	NA
Frequenzbandbreite	Spektrumanalysator	X	NA	NA	NA	X	X
HF-/ZF-Signalpegel	Spektrumanalysator oder TV-Feldstärke-messgerät	X	NA	NA	NA	X	X
Empfangsbestätigung	TV-Feldstärke-messgerät	X	NA	NA	NA	X	X
Legende X: Messungen sind möglich — : Messbar, aber nicht erforderlich NA: Nicht anwendbar							

6.2 Anforderungen für vereinfachte Messung

Wenn nicht anders festgelegt, müssen für alle in diesem Abschnitt beschriebenen Messungen die folgenden Anforderungen berücksichtigt werden.

6.2.1 Messbedingungen

Wenn nicht anders festgelegt, müssen alle Messungen unter den folgenden Bedingungen ausgeführt werden:

- Die Versorgungsspannung(en) wird/werden auf die festgelegten Werte eingestellt. Die Fernsehsignale und Steuersignale (falls vorhanden) werden mit korrekten Werten für Impedanz, Pegel und Frequenz eingegeben.
- Das zu prüfende Gerät, Messgerät oder System muss sich in normalen Betriebsbedingungen befinden und vor der Messung entsprechend dem vorgesehenen Pegeldiagramm montiert und abgestimmt werden.
- Während der Installation und Verkablung eines gebäudeinternen Netzes dürfen Prüfsignale von vereinfachten Signalgeneratoren verwendet werden.
- Für Anweisungen in Bezug auf die Kalibrierung siehe die Festlegungen der Messausrüstung.

6.2.2 Messanforderungen

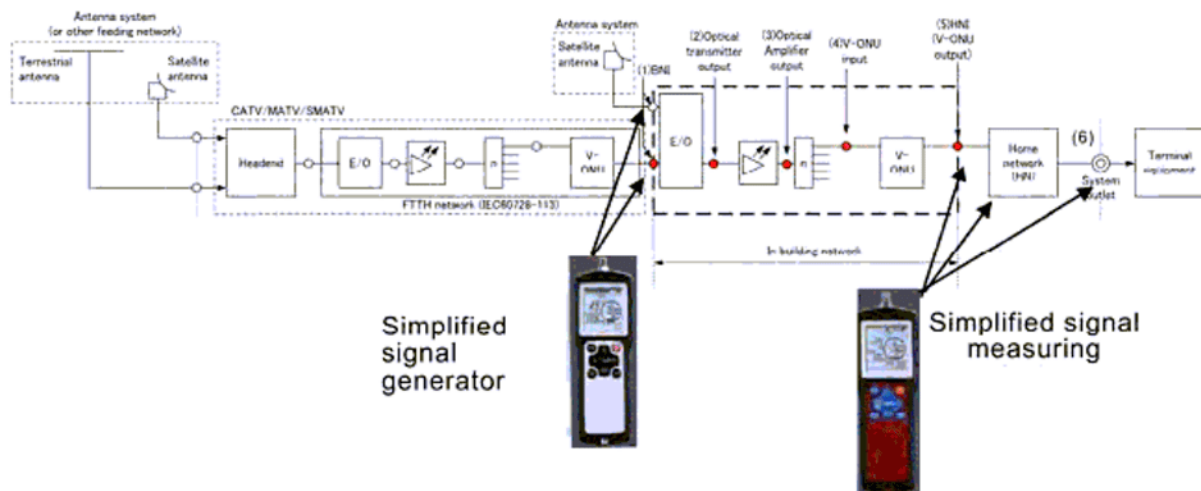
Die folgenden Messanforderungen sind zu berücksichtigen.

- Um Leistungsverluste und Reflexionen zu verhindern, müssen die Prüffasern saubere und unbeschädigte Enden haben.
- Es muss auf die Genauigkeit der Messgeräte geachtet werden. Die Signalpegelmessung muss eine Messunsicherheit von $\pm 2,5$ dB haben, und die Festlegung der vereinfachten Messausrüstung muss sich auf die Genauigkeit der BER- und MER-Messergebnisse beziehen.
- Die meisten der vereinfachten Messgeräte können die FEC nicht deaktivieren, und die angezeigten Messergebnisse sind fehlerkorrigiert.
- Besondere Aufmerksamkeit muss der Sicherheit von Menschen gegenüber Laserstrahlung gewidmet werden, wie in IEC 60825-1, IEC 60825-2 und IEC 60825-3 festgelegt.

6.3 Messwerkzeuge

Zur Messung der Signalparameter innerhalb der MDU-Einrichtung sind vereinfachte Signalgeneratoren, Pegelüberwachungsgeräte und tragbare Spektrumanalysatoren auf dem Markt erhältlich.

In dem in Bild 20 gezeigten Beispiel wird ein vereinfachter Signalgenerator verwendet, um das tatsächliche Satellitenübertragungssignal zu simulieren, und ein vereinfachtes Messgerät wird verwendet, um die Signalparameter am Eingang und Ausgang jedes Ausrüstungsteils zu messen.



Übersetzung Bilder 20, 22, 23, 24 und 25:

Englisch	Deutsch
Local Terrestrial antenna	Lokale terrestrische Antenne
Remote Terrestrial antenna	Entfernte terrestrische Antenne
Super trunk	Hauptstammleitung
Remote Headend	Entfernte Kopfstelle
Optical Receiver	Optischer Empfänger
Satellite Antenna	Satellitenantenne
Studio	Studio
Subscriber terminal control	Teilnehmerendgerätsteuerung
Interactive service	Interaktiver Dienst
Internet	Internet
Telephone	Telefon
Processing Unit and Combiner	Verarbeitungseinheit und Richtkoppler
Network switch	Netzwerk-Switch
Headend system	Kopfstellenanlage
Network Interface	Netzwerkschnittstelle
NTU: Network Termination Unit	NTU: Netzabschlusseinheit

Englisch	Deutsch
LAN: Local Area Network	LAN: Lokales Netz
WDM(*): in case of one fiber solution network with data communication	WDM(*): Im Falle einer Einfaserlösung für Netz mit Datenkommunikation
Extender optical amplifier	Optischer Abzweigverstärker
Remote terminal	Entferntes Endgerät
Distribution optical amplifier	Optischer Verteilverstärker
Transmission Network	Übertragungsnetz
FTTH Network	FTTH-Netz
Optical Distribution cable	Optisches Verteilkabel
Distribution network	Verteilnetz
Terminal box	Anschlusskasten
Building Network Interface (BNI)	Hausnetzwerkschnittstelle (BNI)
RF Splitter	HF-Verteiler
In House Repeating Amplifier	hausinterner Repeater-Verstärker
Multi Dwelling Unit (MDU)	Gebäude mit mehreren Wohneinheiten (MDU)
Home Network Interface (HNI)	Wohnungsnetzwerkschnittstelle (HNI)
Building Network (BN)	Gebäudenetzwerk (BN)
Optical Amplifier	Optischer Verstärker
Optical Splitter	Optischer Verteiler
Optical Fiber	Lichtwellenleiter
Drop closure	Anschlussgehäuse
Subscriber's drop cable	Teilnehmeranschlusskabel
Dwelling unit	Wohneinheit
System outlet	Anlagen-Anschlussdose
Terminal equipment	Endgerät
Single Dwelling unit (SDU)	Einzelwohneinheit (SDU)
Access Network	Zugangsnetzwerk
Home Network (HN)	Wohnungsnetzwerk (HN)
Antenna system (or other feeding network)	Antennenanlage (oder anderes Einspeisenetz)
Terrestrial antenna	Terrestrische Antenne
Optical Amplifier output	Ausgang des optischen Verstärkers
In building network	gebäudeinternes Netz
Optical transmitter output	Ausgang des optischen Senders
HFC network	HFC-Netz
X-Unit (output)	(Ausgang der) X-Unit
X-ONU (input/output)	(Eingang/Ausgang der) X-ONU
Headend (incl. CMTS)	Kopfstelle (inkl. CMTS)
Optical node	Optischer Knoten
HNI (V-/X-ONU output)	HNI (Ausgang der V-/X-ONU)
WAN	WAN
100Gb Ethernet	100-Gb-Ethernet
OLT	OLT
D-ONU	D-ONU
LAN	LAN
PC & other devices	PC und andere Geräte

Bild 20 – Beispiel für einen vereinfachten Signalmessaufbau

6.4 Eine Schätzung des äquivalenten S/N durch MER

6.4.1 Allgemeines

Für die Messung der Leistung optischer Anlagen an einer MDU ist es nicht effektiv, komplizierte Messinstrumente an vielen der Messpunkte in der MDU einzusetzen. Es erscheint angebracht, ein kleines und handliches Messgerät zu verwenden, auch wenn die Messgenauigkeit geringer ist. Im Folgenden wird eine Schätzung des äquivalenten S/N durch ein handliches MER-Gerät beschrieben.

6.4.2 Beziehung zwischen S/N und MER

Theoretisch werden MER und S/N äquivalent, wenn das S/N des Messsignals nur durch weißes Rauschen beschrieben wird und keine andere Verzerrung das MER der Messung beeinflusst. Bei der tatsächlichen Messung könnten MER und S/N aufgrund des unterschiedlichen Demodulationsverfahrens, das innerhalb der Messausrüstung verwendet wird, nicht gleichwertig sein.

Die Beziehung zwischen MER und S/N ist in Bild 21 dargestellt, es besteht eine Korrelation zwischen MER und S/N innerhalb des erforderlichen Messbereichs. Es ist bekannt, dass MER einen äquivalenten Wert von S/N unter Gaußschen Rauschbedingungen angibt, MER ermöglicht eine ungefähre Berechnung von S/N. Der lineare SNR-Bereich beträgt bis zu 30 dB.

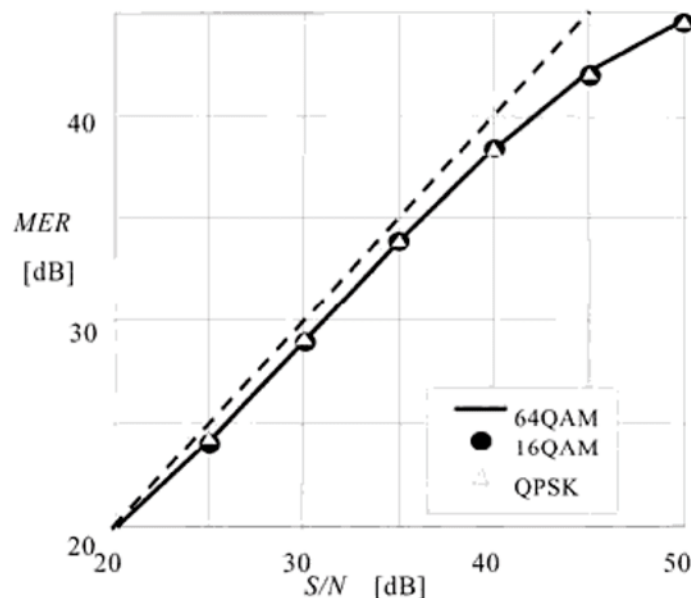


Bild 21 – Beziehung zwischen MER und S/N

6.4.3 Anmerkung zur Verwendung eines handlichen MER-Geräts

Bild 21 zeigt ein Beispiel für den Fall einer geringen Leistungsver schlechterung der Übertragungsanlage. Das Gerät ist auch eine Art Empfangsgerät, die Leistungsfähigkeit (Linearität des Vorverstärkers oder NF usw.) könnte den MER-Messbereich begrenzen. Ein Hochleistungsmessgerät zur Messung von Übertragungsleistungen zeigt ungefähr 40 dB im linearen MER-Bereich, während die handliche Ausführung nur 25 dB anzeigt.

7 Spezifikation gebäudeinterner optischer Anlagen zur Übertragung von digitalen Rundfunksignalen

7.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die Spezifikation gebäudeinterner optischer Anlagen für die Übertragung digitaler Rundfunksignale unter Einhaltung der Konsistenz mit den internationalen Normen der Reihe IEC 60728. Wie

im Anwendungsbereich erwähnt, legt dieses Dokument die notwendigen Parameter zwischen BNI und HNI für gebäudeinterne optische Anlagen fest, die in die vier Typen A, B, C und D eingeteilt sind.

7.2 Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte, Messpunkte und zu messende Parameter für Typ A

Bild 22 zeigt die durch die Leistungsfähigkeit festgelegten Punkte für Typ A, Tabelle 6 zeigt Messpunkte und die zu messenden Parameter. In einer Anlage vom Typ A sind die Messpunkte (2), (3) und (4) alle optische Punkte, daher sind S/IN-Werte nicht festgelegt.

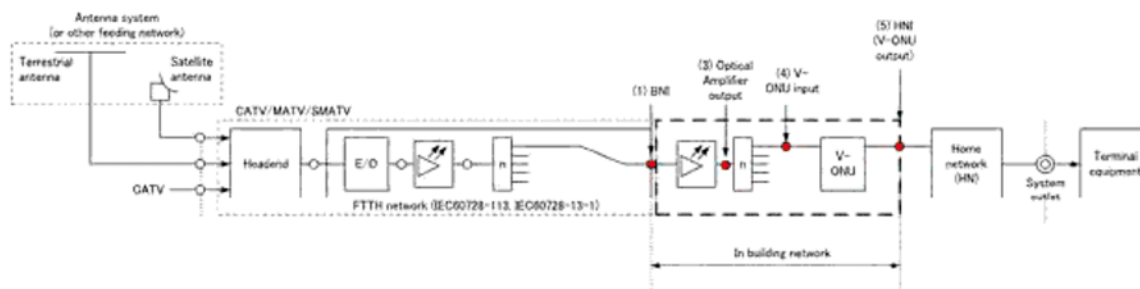


Bild 22 – Durch die Leistungsfähigkeit festgelegte Punkte für Typ A

Tabelle 6 – Messpunkte und zu messende Parameter für Typ A

Gebäudeinterne optische Anlage	Zu messende Parameter	Messpunkte				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		BNI	Opt. Tx Ausgang	Opt. Verst. Ausgang	Eingang V-ONU	HNI
Typ A	Optische Leistung	X	NA	X	X	NA
	Wellenlänge	X	NA	–	–	NA
	RIN	X	NA	–	–	NA
	SINR	–	NA	NA	NA	X
	BER, MER	–	NA	NA	NA	X
	Dämpfungsbudget der Anlage	X	NA	X	X	–
	Frequenzbandbreite	–	NA	–	–	X
	HF-/ZF-Signalpegel	–	NA	–	–	X
Legende X: Messpunkt –: Messbar, aber nicht erforderlich NA: Nicht anwendbar						

7.2.1 Spezifikation der optischen Leistung für Typ A

Die Spezifikation der optischen Leistung für Typ A wird in Tabelle 7 beschrieben.