

	DIN EN 60728-3 (VDE 0855-3)	
	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.	
ICS 33.060.40	Entwurf Einsprüche bis 2010-06-30 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 50083-3 (VDE 0855-3):2002-10 und DIN EN 50083-3 Berichtigung 1 (VDE 0855-3 Berichtigung 1):2006-07 Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 3: Aktive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze (IEC 100/1598/CDV:2009); Deutsche Fassung FprEN 60728-3:2009 Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 3: Active wideband equipment for cable networks (IEC 100/1598/CDV:2009); German version FprEN 60728-3:2009 Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 3: Matériels actifs à large bande utilisés dans les réseaux de distribution (CEI 100/1598/CDV:2009); Version allemande FprEN 60728-3:2009 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-03-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 127 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE	

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 60728-3:2009 „Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 3: Aktive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze“ (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 100/1598/CDV:2009 „Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 3: Active wideband equipment for cable networks“ unverändert in den Entwurf FprEN 60728-3:2009 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.

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 diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 735 „Kabelnetze und Antennen für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 50083-3 (VDE 0855-3):2002-10 und DIN EN 50083-3 Berichtigung 1 (VDE 0855-3 Berichtigung 1):2006-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Festlegungen zu den Begriffen erweitert;
- b) Messverfahren und Grenzwerte überarbeitet;
- c) Messverfahren zur Störfestigkeit gegen Stoßspannungen neu eingeführt;
- d) Anhang zur Ableitung nichtlinearer Verzerrungen ergänzt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-723	a)	–
EN 60068-1	IEC 60068-1	DIN EN 60068-1	–
EN 60068-2-1	IEC 60068-2-1	DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1)	VDE 0468-2-1
EN 60068-2-2	IEC 60068-2-2	DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2)	VDE 0468-2-2
EN 60068-2-6	IEC 60068-2-6	DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6)	VDE 0468-2-6
EN 60068-2-14	IEC 60068-2-14	DIN EN 60068-2-14 (VDE 0468-2-14)	VDE 0468-2-14
EN 60068-2-27	IEC 60068-2-27	DIN EN 60068-2-27 (VDE 0468-2-27)	VDE 0468-2-27
EN 60068-2-29	IEC 60068-2-29	DIN EN 60068-2-29 ersetzt durch DIN EN 60068-2-27 (VDE 0468-2-27)	VDE 0468-2-27
EN 60068-2-27	IEC 60068-2-27		
EN 60068-2-30	IEC 60068-2-30	DIN EN 60068-2-30	–
EN 60068-2-31	IEC 60068-2-31	DIN EN 60068-2-31 (VDE 0468-2-31)	VDE 0468-2-31
EN 60068-2-32	IEC 60068-2-32	DIN EN 60068-2-32 ersetzt durch DIN EN 60068-2-31 (VDE 0468-2-31)	VDE 0468-2-31
EN 60068-2-31	IEC 60068-2-31		
EN 60068-2-40	IEC 60068-2-40	DIN EN 60068-2-40	–
EN 60068-2-48	IEC 60068-2-48	DIN EN 60068-2-48	–
–	IEC 60417 alle Teile	–	–
EN 60529 +A1	IEC 60529 + A1	DIN EN 60529 (VDE 0470-1)	VDE 0470-1
EN 60617 alle Teile	IEC 60617 alle Teile	DIN EN 60617 alle Teile	–
a) „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, im Rahmen der Datenbankanwendung DIN-TERM zu beziehen über Beuth Verlag.			

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60728 alle Teile	IEC 60728 alle Teile	DIN EN 60728 alle Teile (VDE 0855 alle Teile)	VDE 0855 alle Teile
EN 60728-1	IEC 60728-1	DIN EN 60728-1 (VDE 0855-7)	VDE 0855-7
FprEN 60728-3	IEC 100/1598/CDV ersetzt durch IEC 60728-3	DIN EN 60728-3 (VDE 0855-3) z. Z. Entwurf	VDE 0855-3
EN 60728-4	IEC 60728-4	DIN EN 60728-4 (VDE 0855-4)	VDE 0855-4
EN 60728-5	IEC 60728-5	DIN EN 60728-5 (VDE 0855-5)	VDE 0855-5
EN 60728-6	IEC 60728-6	DIN EN 60728-6 (VDE 0855-6)	VDE 0855-6
EN 50083-9	IEC 60728-9	DIN EN 50083-9 (VDE 0855-9)	VDE 0855-9
EN 50083-10	IEC 60728-10	DIN EN 50083-10 (VDE 0855-10)	VDE 0855-10
EN 50083-10/ Corrigendum	IEC 60728-10	DIN EN 50083-10 Berichtigung 1 (VDE 0855-10 Berichtigung 1)	VDE 0855-10 Berichtigung 1
EN 60728-11	IEC 60728-11	DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1)	VDE 0855-1
EN 61000-4-5	IEC 61000-4-5	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5)	VDE 0847-4-5
EN 61169-2	IEC 61169-2	DIN EN 61169-2	—
EN 61169-24	IEC 61169-24	DIN EN 61169-24	—
EN 61319-1	IEC 61319-1	DIN EN 61319-1	—
—	IEC 61319-2	—	—
EN 80416 alle Teile	IEC 80416 alle Teile	DIN EN 80416 alle Teile	—
ETSI ES 200 800	—	—	—
ETSI ETS 300 158	—	—	—
ETSI ETS 300 249	—	—	—

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50083-9 (VDE 0855-9), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 9: Schnittstellen für CATV-/SMATV-Kopfstellen und vergleichbare professionelle Geräte für DVB/MPEG-2-Transportströme*

DIN EN 50083-10 (VDE 0855-10), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 10: Rückkanal-Systemanforderungen*

DIN EN 50083-10 Berichtigung 1 (VDE 0855-10 Berichtigung 1):2006-07, *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 10: Rückkanal-Systemanforderungen; Deutsche Fassung EN 50083-10:2002 Berichtigungen zu DIN EN 50083-10 (VDE 0855-10):2002-09; CENELEC-Corrigendum April 2006 zu EN 50083-10:2002*

DIN EN 60068-1, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden*

DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1), *Umgebungseinflüsse – Teil 2-1: Prüfverfahren – Prüfung A: Kälte*

DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2), *Umgebungseinflüsse – Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme*

DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6), *Umgebungseinflüsse – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)*

DIN EN 60068-2-14 (VDE 0468-2-14), *Umgebungseinflüsse – Teil 2-14: Prüfverfahren – Prüfung N: Temperaturwechsel*

DIN EN 60068-2-27 (VDE 0468-2-27), *Umgebungseinflüsse – Teil 2-27: Prüfverfahren – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken*

DIN EN 60068-2-30, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-30: Prüfverfahren – Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden)*

DIN EN 60068-2-31 (VDE 0468-2-31), *Umgebungseinflüsse – Teil 2-31: Prüfverfahren – Prüfung Ec: Schocks durch raue Handhabung, vornehmlich für Geräte*

DIN EN 60068-2-40, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Z/AM: Kombinierte Prüfung – Kälte/Niedriger Luftdruck*

DIN EN 60068-2-48, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Leitfaden zur Anwendung der Prüfungen nach IEC 60068 zur Nachbildung der Auswirkungen von Lagerung*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

DIN EN 60617 alle Teile, *Graphische Symbole für Schaltpläne*

DIN EN 60728 alle Teile, *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste*

DIN EN 60728-1 (VDE 0855-7), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 1: Systemanforderungen in Vorwärtsrichtung*

DIN EN 60728-3 (VDE 0855-3), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 3: Aktive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze*

— Entwurf —

E DIN EN 60728-3 (VDE 0855-3):2010-04

DIN EN 60728-4 (VDE 0855-4), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 4: Passive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze*

DIN EN 60728-5 (VDE 0855-5), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 5: Geräte für Kopfstellen*

DIN EN 60728-6 (VDE 0855-6), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 6: Optische Geräte*

DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 11: Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen*

DIN EN 61169-2, *Hochfrequenz-Steckverbinder – Teil 2: Rahmenspezifikation – Koaxiale Hochfrequenzsteckverbinder Typ 9,52*

DIN EN 61169-24, *Hochfrequenzsteckverbinder – Teil 24: Rahmenspezifikation – Koaxiale Hochfrequenzsteckverbinder mit Schraubkupplung, vorzugsweise für den Einsatz in 75-Ohm-Kabelnetzen (Typ F)*

DIN EN 61319-1, *Zusammenschaltungen von Satelliten-Empfangsgeräten – Teil 1: Europa*

DIN EN 80416 alle Teile, *Allgemeine Grundlagen für graphische Symbole auf Einrichtungen*

Deutsche Fassung

Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 3: Aktive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze

Inhalt

	Seite
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole	10
3.3 Abkürzungen	11
4 Messverfahren	12
4.1 Einleitung	12
4.2 Lineare Verzerrungen	13
4.3 Nichtlineare Verzerrungen	15
4.4 Sprungcharakteristik von automatischen Verstärkungs- und Schräglagenreglern	28
4.5 Rauschmaß	30
4.6 Übersprechdämpfung	31
4.7 Signalpegel für digital modulierte Signale	33
4.8 Verfahren zur Messung der Nichtlinearität von Rückkanalgeräten, die nur digital modulierte Signale übertragen [Messung des Intermodulations-/Rausch-Summenstörabstands (C/INR)]	33
4.9 Störfestigkeit gegen Stoßspannungen	36
5 Geräteanforderungen	37
5.1 Allgemeine Anforderungen	37
5.2 Sicherheit	37
5.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	37
5.4 Frequenzbereich	38
5.5 Impedanz und Rückflusdämpfung	38
5.6 Verstärkung	39
5.7 Linearität des Amplitudenfrequenzgangs	39
5.8 Prüfpunkte	39
5.9 Gruppenlaufzeit	39
5.10 Rauschmaß	40
5.11 Nichtlineare Verzerrungen	40
5.12 Automatische Verstärkungs- und Schräglagenregelung	41
5.13 Brummmodulation	41
5.14 Netzteil	41

	Seite
5.15 Umgebungsbedingungen.....	41
5.16 Kennzeichnungen	42
5.17 Mittlere störungsfreie Zeit (MTBF)	42
5.18 Anforderungen für Mehrfachumschalter	42
5.19 Störfestigkeit gegenüber Stoßspannungen	43
Anhang A (informativ) Ableitung zu nichtlinearen Verzerrungen	45
A.1 Allgemeines	45
Anhang B (normativ) Prüfräger, Pegel und Intermodulationsprodukte	47
B.1 Prüfungen mit zwei Signalen für Produkte zweiter und dritter Ordnung.....	47
B.1.1 Intermodulationsprodukte von Prüfsignalen bei den Frequenzen f_a und f_b	47
B.1.2 Signalpegel	47
B.2 Prüfungen mit drei Signalen für Produkte dritter Ordnung	48
B.2.1 Intermodulationsprodukte von Prüfsignalen bei den Frequenzen f_a , f_b und f_c	48
Anhang C (normativ) Überprüfung der Prüfgeräte.....	49
C.1 Oberwellen (und Nebenwellen) im Ausgangssignal von Messsendern	49
C.2 Intermodulation im selektiven Spannungsmessgerät	49
C.3 Intermodulation zwischen Messsendern.....	49
Anhang D (normativ) Prüffrequenz-Belegungsplan für Composite-Triple-Beat- (CTB), Composite-Second-Order- (CSO) und Kreuzmodulations- (XMOD) Messungen.....	50
Anhang E (informativ) Messfehler aufgrund fehlangepasster Geräte.....	52
Anhang F (informativ) Beispiele für Signale, Messverfahren und Netzaufbau für Rückkanäle	53
F.1 Frequenzspektrum von Rückkanalsignalen.....	53
F.2 Signalpegelmessung.....	53
F.3 Messung aktiver Rückkanalgeräte (Verstärker, Glasfaserverbindungen).....	53
F.4 Abstand zwischen Spitzen- und Mittelwert	54
F.5 Vorschlag zur Messung der Nichtlinearität	55
F.6 Netzplanung, Beispiel	55
F.6.1 Verteilnetz	56
F.6.2 Verstärker	56
F.6.3 Optischer Rückkanal.....	58
F.6.4 Zusammenfassung des koaxialen und des optischen Netzabschnitts	59
F.7 Anmerkungen.....	59
Literaturhinweise	60
 Bild 1 – Maximale Genauigkeit a bei der Messung der Rückflusssdämpfung mit Hilfe einer VSWR-Messbrücke mit einem Richtfaktor von $D = 46$ dB und bei einer Rückflusssdämpfung von 26 dB am Prüfanschluss.....	14
Bild 2 – Messung der Rückflusssdämpfung.....	14
Bild 3 – Grundlegende Anordnung der Prüfgeräte zur Bewertung des Signal-/Intermodulationsverhältnisses	17

	Seite
Bild 4 – Anschluss der Prüfgeräte für die Messung von nichtlinearen Composite-Beat-Störprodukten	20
Bild 5 – Anschluss der Prüfgeräte für die Messung der Summenkreuzmodulation	24
Bild 6 – Träger-/Brummmodulationsverhältnis	25
Bild 7 – Prüfaufbau für ortsgespeiste Prüflinge	26
Bild 8 – Prüfaufbau für ferngespeiste Prüflinge	27
Bild 9 – Oszilloskopanzeige	27
Bild 10 – Zeitkonstante T_C	29
Bild 11 – Messung der AGC-Sprungcharakteristik	29
Bild 12 – Messung des Rauschmaßes	31
Bild 13 – Messung der Übersprechdämpfung bei Durchschleifanschlüssen von Mehrfachumschaltern	32
Bild 14 – Rauschfilter-Eigenschaften	34
Bild 15 – Prüfaufbau zur Messung der Nichtlinearität	35
Bild 16 – Darstellung des <i>CINR</i> -Ergebnisses	36
Bild 17 – Messaufbau für den Störfestigkeitstest gegen Stoßspannungen	37
Bild B.1 – Beispiel für die Produktbildung bei $2f_a > f_b$	47
Bild B.2 – Beispiel für Produkte bei $2f_a < f_b$	48
Bild B.3 – Produkte der Form $f_a \pm f_b \pm f_c$	48
Bild E.1 – Messfehler bei der Ermittlung der Rückflusssdämpfung	52
Bild E.2 – Höchstwelligkeit	52
Bild F.1 – Spektrum eines QPSK-modulierten Signals	53
Bild F.2a – Simulation der Last von Digitalkanälen durch Breitbandrauschen	55
Bild F.2b – Verringerung des Signal-Rausch-Verhältnisses bei hohen Pegeln durch Nichtlinearitäten	55
Bild F.2 – Verwendung von Breitbandrauschen zur Messung der Nichtlinearität	55
Bild F.3 – Im Planungsbeispiel verwendetes Netz	56
Bild F.4 – Prüfergebnis, gemessen an einem 20-dB-Rückkanalverstärker	57
Bild F.5 – Geänderte <i>CINR</i> -Kennlinie eines Verstärkers zur Darstellung des <i>CINR</i> -Verhaltens eines gesamten coaxialen Netzabschnitts	58
Bild F.6 – Beispiel für den <i>CINR</i> einer optischen Verbindung in Abhängigkeit von OMI	59
Tabelle 1 – Korrekturfaktoren für Modulationstiefen unter 100 %	22
Tabelle 2 – Kerbfilterfrequenzen	34
Tabelle 3 – Rückflusssdämpfungsanforderungen für alle Geräte	38
Tabelle 4 – Parameter der Stoßspannungen für verschiedene Schärfegrade der Prüfpegel	44
Tabelle 5 – Empfehlungen für den Schärfegrad von Prüfpegeln	44
Tabelle D.1 – Frequenzbelegungsplan	50
Tabelle F.1 – Anwendung von Messverfahren in IEC 60728-3 für Rückweggeräte	54
Tabelle F.2 – Anwendung von Messverfahren in IEC 60728-6 für Rückkanalgeräte	54

Einleitung

Die Normen der Reihe IEC 60728 behandeln Kabelnetze einschließlich der Geräte und der zugehörigen Messverfahren für Kopfstellenempfang, Aufbereitung und Verteilung von Fernseh- und Tonsignalen und ihren zugehörigen Datensignalen und für Aufbereitung, Übergabe und Übertragung aller Arten von Signalen für interaktive Dienste unter Nutzung aller anwendbaren Übertragungsmedien.

Mit eingeschlossen sind

- Kabelfernsehnetze (CATV-Netze) ¹⁾;
- Gemeinschaftsantennen-Netze (MATV-Netze) und Satelliten-Gemeinschaftsantennen-Netze (SMATV-Netze);
- Einzelempfangsnetze;

und jede Art von Geräten, Systemen und Anlagen, die in solchen Netzen installiert sind.

Für aktive Geräte mit symmetrischen HF-Schnittstellen muss diese Norm nur auf die Schnittstellen angewandt werden, die HF-Breitbandsignale für Dienste übertragen, die im Anwendungsbereich dieser Norm beschrieben werden.

Der Umfang dieser Normungsarbeit reicht von den Antennen und/oder speziellen Eingängen von Signalquellen in die Kopfstelle oder von anderen Schnittstellen zum Netz bis hin zum Eingang des Teilnehmer-Endgeräts.

Die Normung jeglicher Teilnehmer-Endgeräte (d. h. Tuner, Empfänger, Decoder, Multimedia-Endgeräte usw.) als auch jeglicher Koaxialkabel, symmetrischer Kabel und Lichtwellenleiter-Kabel und deren Armaturen ist ausgeschlossen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60728 legt die Messverfahren, die Leistungsanforderungen und die Anforderung zur Veröffentlichung von Daten für aktive Breitbandgeräte in Kabelnetzen für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste fest.

Diese Norm

- gilt für alle in Kabelnetzen eingesetzten Breitbandverstärker;
- deckt den Frequenzbereich von 5 MHz bis 3 000 MHz ab;

ANMERKUNG Die obere Grenze von 3 000 MHz ist ein Beispiel aber kein strenger Wert. Der Frequenzbereich, oder die Frequenzbereiche, für die das Gerät spezifiziert ist, sollte veröffentlicht werden.

- gilt für Geräte im Einweg- und Zweiwegbetrieb;
- beschreibt die grundlegenden Messverfahren für die Betriebskennwerte des aktiven Geräts zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit dieses Geräts;
- definiert die von den Herstellern anzugebenden Leistungsdaten;
- legt die einzuhaltenden Mindestleistungsanforderungen für bestimmte Parameter fest.

Verstärker werden in die beiden folgenden Güteklassen eingeteilt:

Klasse 1: Verstärker, die typischerweise für die Kaskadierung vorgesehen sind.

Klasse 2: Verstärker, die typischerweise für den Einsatz in Ein- oder Mehrfamilienhäusern zur Versorgung einer begrenzten Anzahl von Teilnehmeranschlussdosen vorgesehen sind.

¹⁾ Dieser Begriff umfasst auch HFC-Netze, die heute genutzt werden, um Telekommunikationsdienste, Sprache, Daten, Audio und Video anzubieten und zwar als Rundfunk und als Individualdienste.

Die Praxis hat gezeigt, dass diese beiden Typen die meisten technischen Anforderungen erfüllen, die zur Gewährleistung einer Mindestsignalqualität für die Teilnehmer erforderlich sind. Diese Einteilung ist nicht als Forderung zu betrachten, sondern als Information für Anwender und Hersteller über die Mindestqualitätsstandards, die auf das für verschiedene Netzgrößen erforderliche Installationsmaterial anzuwenden sind. Der Systembetreiber muss unter Berücksichtigung der Netzgröße und der örtlichen Gegebenheiten jeweils das geeignete Material auswählen, damit bei einem Optimum an Wirtschaftlichkeit die Mindestsignalqualität an der Teilnehmeranschlussdose gewährleistet ist.

Alle Anforderungen und veröffentlichten Daten sind als garantierte Werte innerhalb des angegebenen Frequenzbereichs und bei widerstandsrichtiger Anpassung zu verstehen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)*

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ec: Drop and topple, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60068-2-32, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free fall (Procedure 1)*

IEC 60068-2-40, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Z/AM: Combined cold/low air pressure tests*

IEC 60068-2-48, *Environmental testing – Part 2: Tests – Guidance on the application of the tests of IEC 68 to simulate the effects of storage*

IEC 60417-DB ²⁾, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60617-DB ³⁾, *Graphical symbols for diagrams – database comprising parts 2 to 13 of IEC 60617*

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

IEC 60728-2, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment*

²⁾ „DB“ bezieht sich auf die IEC-Online-Datenbank

³⁾ „DB“ bezieht sich auf die IEC-Online-Datenbank

IEC 60728-4, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 4: Passive wideband equipment for coaxial cable networks*

IEC 60728-5, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 5: Headend equipment*

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

IEC 60728-10, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 10: System performance of return paths*

IEC 60728-11, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 11: Safety*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61169-2, *Radio-frequency connectors – Part 2: Sectional specification – Radio-frequency coaxial connectors of type 9,52*

IEC 61169-24, *Radio frequency connectors – Part 24: Radio frequency coaxial connectors with screw coupling, typically for use in 75 ohm cable distribution systems (Type F)*

IEC 61319-1, *Interconnections of satellite receiving equipment – Part 1: Europe*

IEC 61319-2, *Interconnections of satellite receiving equipment – Part 2: Japan*

IEC 80416, *Basic principles for graphical symbols for use on equipment*

ITU-T Rec. G.117, *Transmission systems and media – General characteristics of international connections and international telephone circuits – Transmission aspects of unbalance about earth*

ITU-T Rec. O.9, *Specifications of measurement equipment – General measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth*

ETSI ES 200 800, *Digital Video Broadcasting (DVB) – DVB interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV)*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe

3.1.1

Amplitudenfrequenzgang

über der Frequenz aufgetragene Verstärkung oder Dämpfung eines Gerätes oder Systems

3.1.2

Dämpfung

üblicherweise in Dezibel ausgedrücktes Verhältnis zwischen der Eingangsleistung und Ausgangsleistung eines Gerätes oder Systems

3.1.3

Balun

Einrichtung zur Anpassung einer symmetrischen Impedanz 100 Ω auf eine unsymmetrische Impedanz 75 Ω und umgekehrt

3.1.4

Träger-Rausch-Verhältnis

in Dezibel ausgedrückte Differenz zwischen dem Bild- oder Tonträgerpegel an einem gegebenen Punkt in einem Gerät oder System und dem Rauschpegel an diesem Punkt (gemessen innerhalb einer für das verwendete Fernseh- oder Tonrundfunksystem geeigneten Bandbreite)

3.1.5

Crominanz-/Luminanz-Laufzeitunterschied

Laufzeitunterschied zwischen den Luminanz- und Chrominanzsignalen, der sich in einer Verschiebung der Farbe nach links oder rechts zum Bereich der zugehörigen Helligkeit darstellt

[IEV 723-06-61]

3.1.6

Intermodulations-/Rausch-Summenstörung

CIN

(en: composite intermodulation noise)

Summe der Rausch- und Intermodulationsprodukte von digital modulierten Signalen

3.1.7

Intermodulations-/Rausch-Summenstörverhältnis

CINR

(en: composite intermodulation noise ratio)

Verhältnis zwischen Signalpegel und CIN-Pegel

3.1.8

Kreuzmodulation

unerwünschte Modulation des Trägers eines Nutzsymbols durch die Modulation eines Fremdsymbols infolge von Nichtlinearitäten eines Gerätes oder Systems

3.1.9

Übersprechdämpfung

unerwünschte Signale neben dem gewünschten Signal in einer Kabelleitung, die durch die elektromagnetische Kopplung zwischen Leitungen entstehen. Die Übersprechdämpfung ist das Verhältnis zwischen der gewünschten und der unerwünschten Signalleistung, wobei gleiche Signalstärken auf die Leitungen gegeben werden. Die Übersprechdämpfung wird üblicherweise in Dezibel angegeben.

3.1.10

Verhältnis in Dezibel

mit 10 multiplizierter Logarithmus des Verhältnisses zweier Leistungen P_1 und P_2 , d. h.:

$$10 \lg \frac{P_1}{P_2} \quad (\text{dB})$$

3.1.11

Entzerrer

Gerät, das dafür ausgelegt ist, über einen bestimmten Frequenzbereich die durch Zuführungsleitungen oder andere Geräte verursachten Verzerrungen des Amplituden- oder Phasenfrequenzgangs auszugleichen

ANMERKUNG Dieses Gerät dient ausschließlich zum Ausgleich linearer Verzerrungen.

3.1.12

Zuführungsleitung

Übertragungsweg innerhalb eines Kabelnetzes. Ein solcher Übertragungsweg kann aus einem Kabel mit metallischen Leitern, einer Glasfaser, einem Hohlleiter oder jeder beliebigen Kombination dieser Medien bestehen. Im erweiterten Sinne wird dieser Begriff auch auf Übertragungswege angewendet, die eine oder mehrere Funkstrecken beinhalten

3.1.13

Verstärkung

üblicherweise in Dezibel ausgedrücktes Verhältnis zwischen Ausgangsleistung und Eingangsleistung

3.1.14

ideales thermisches Rauschen

in einem Bauteil mit ohmschem Widerstand durch die Wärmebewegung der Elektronen erzeugtes Rauschen

Die bei diesem Vorgang entstehende thermische Leistung wird mit der folgenden Gleichung ermittelt:

$$P = 4 \cdot B \cdot k \cdot T$$

Dabei ist

P die Rauschleistung in Watt;

B die Bandbreite in Hertz;

k die Boltzmann-Konstante = $1,38 \times 10^{-23}$ J/K;

T die absolute Temperatur in Kelvin.

Daraus folgt

$$\frac{U^2}{R} = 4 \cdot B \cdot k \cdot T$$

und

$$U = \sqrt{4 \cdot R \cdot B \cdot k \cdot T}$$

Dabei ist

U die Rauschspannung (e.m.f.);

R der Widerstand in Ohm.

In der Praxis wird die Quelle üblicherweise mit einer Last entsprechend ihrem internen Widerstandswert abgeschlossen. Die eingangsseitige Rauschspannung beträgt in diesem Fall $U/2$.

3.1.15

Pegel

Pegel einer beliebigen Leistung P_1 ist das in Dezibel ausgedrückte Verhältnis dieser Leistung zur Norm-Bezugsleistung P_0 , d. h.:

$$10 \lg \frac{P_1}{P_0}$$

Pegel einer beliebigen Spannung U_1 ist das in Dezibel ausgedrückte Verhältnis dieser Spannung zur Norm-Bezugsspannung U_0 , d. h.:

$$20 \lg \frac{U_1}{U_0}$$

Der Leistungspegel darf relativ zu $P_0 = (U_0^2/R) = (1/75)$ pW ausgedrückt werden, d. h. in dB(P_0), unter der Annahme, dass der Pegel von P_0 mit 0 dB(P_0) korrespondiert, oder, was üblicher ist, in dB(pW), unter der Annahme, dass der Pegel von P_0 mit -18,75 dB(pW) korrespondiert. Der Spannungspegel wird in Dezibel bezogen auf 1 µV (an 75 Ω) d. h. in dB (µV) ausgedrückt.

3.1.16

Modulationsfehlerverhältnis

MER

Summe der Quadrate der idealen Symbol-Vektorgrößen bezogen auf die Summe der Quadrate der Symbolfehler-Vektorgrößen einer Folge von Symbolen. Das Ergebnis wird als Leistungsverhältnis in Dezibel ausgedrückt.

$$MER = 10 \lg \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^N (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right\} \quad [\text{dB}]$$

3.1.17

Mehrfachumschalter

Gerät, das in Verteilsystemen für Signale verwendet wird, die von Satelliten empfangen und dann in eine geeignete Zwischenfrequenz (ZF) umgesetzt werden

ANMERKUNG Die ZF-Signale, die als Eingangssignale für den Mehrfachumschalter dienen, werden von verschiedenen Polarisierungsebenen, Frequenzbändern und Orbitpositionen empfangen. Teilnehmer-Anschlussleitungen werden an die Ausgänge der Mehrfachumschalter angeschlossen. Jeder Ausgang wird in Abhängigkeit von Steuersignalen, die vom Teilnehmergerät an den Mehrfachumschalter gesendet werden, auf einen der Eingangsanschlüsse geschaltet. Neben einem Verteiler für jeden Eingangsanschluss und einem Schalter für jeden Ausgangsanschluss kann ein Mehrfachumschalter Verstärker zur Kompensation von Verteil- oder Kabeldämpfungen enthalten.

3.1.18

Durchschleifanschluss eines Mehrfachumschalters

ein oder mehrere Anschlüsse zum Durchschleifen der Eingangssignale durch einen Mehrfachumschalter

ANMERKUNG Dadurch sind größere Netzwerke mit mehreren Mehrfachumschaltern möglich, wobei jeder Mehrfachumschalter in der Nähe einer Teilnehmergruppe installiert ist. Die Mehrfachumschalter sind in Durchschleiftechnik angeschlossen. Die ZF-Signale, die über eine Außeneinheit von verschiedenen Polarisierungsebenen, Frequenzbändern und Orbitpositionen empfangen werden, dienen als Eingangssignale für einen ersten Mehrfachumschalter. Kabel verbinden die Durchschleifanschlüsse dieses Mehrfachumschalters mit den Eingangsanschlüssen eines zweiten Mehrfachumschalters usw.

3.1.19

Mehrfachumschalteranschluss für terrestrische Signale

Anschluss eines Mehrfachumschalters der zum Verteilen terrestrischer Signale zusätzlich zu den von Satelliten empfangenen Signalen dient

3.1.20

Rauschzahl/Rauschmaß

Rauschzahl und Rauschmaß dienen als Güteziffern zur Beschreibung des durch ein aktives Gerät erzeugten Eigenrauschens

Die Rauschzahl F wird definiert als Verhältnis zwischen dem eingangsseitigen und ausgangsseitigen Träger-Rausch-Verhältnis eines aktiven Geräts.

$$F = \frac{C_1/N_1}{C_2/N_2}$$

Dabei ist

C_1 die Signalleistung am Eingang;

C_2 die Signalleistung am Ausgang;

N_1 die Rauschleistung am Eingang (ideales thermisches Rauschen);

N_2 die Rauschleistung am Ausgang.

Mit anderen Worten handelt es sich bei der Rauschzahl um das Verhältnis der Rauschleistung am Ausgang eines aktiven Geräts zu derjenigen Rauschleistung, die an demselben Punkt bei einem idealen Gerät anstehen würde, das dem Signal keinen Rauschanteil hinzufügt.

$$F = \frac{N_{2\text{real}}}{N_{2\text{ideal}}}$$

Die Rauschzahl besitzt keine Einheit. Sie wird häufig als Rauschmaß (NF , en: noise figure) in dB ausgedrückt.

$$NF = 10 \lg F \quad (\text{dB})$$

3.1.21

Schräglage

Verstärkungs- oder Dämpfungsunterschied bei zwei festgelegten Frequenzen zwischen zwei beliebigen Punkten innerhalb eines Gerätes oder Systems

3.1.22

Norm-Bezugsleistung und -spannung

in Kabelnetzen beträgt die Norm-Bezugsleistung $P_0 = 1/75 \text{ pW}$

ANMERKUNG Dabei handelt es sich um die an einem $75\text{-}\Omega$ -Widerstand durch einen Spannungsabfall von $1 \text{ }\mu\text{V}_{(\text{Effektivwert})}$, entstehende Verlustleistung.

Die Norm-Bezugsspannung U_0 beträgt $1 \text{ }\mu\text{V}$.

3.1.23

Stoßspannung

hervorgerufen durch einen direkten oder indirekten Blitzschlag

3.1.24

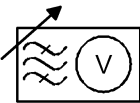
Widerstandsrichtig angepasst

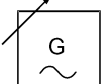
Anpassbedingung, bei welcher die Rückflusdämpfung eines Bauteils die Anforderungen nach Tabelle 3 erfüllt

ANMERKUNG Durch Fehlanpassung zwischen den Messgeräten und dem Prüfling können Messfehler entstehen. Hinweise zur Beurteilung solcher Messfehler können dem Anhang E entnommen werden.

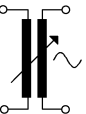
3.2 Symbole

Die folgenden graphischen Symbole werden in den Bildern dieser Norm verwendet. Diese Symbole sind entweder in der IEC 60617 aufgeführt oder basieren auf Symbolen, die in der IEC 60617 definiert sind.

Symbol	Begriff
	Strommessgerät [S00910]
	Selektives Spannungsmessgerät
	Messsender [S00899, S01403]
	Rauschgenerator [S01230]
	VSWR-Messbrücke

Symbol	Begriff
	Spannungsmessgerät [S00910]
	Leistungsmessgerät [S00910]
	Oszilloskop [S00059, S00922]
	abstimmbarer Messsender [S00081, S00899, S01403]
	Tiefpassfilter [S01248]

Symbol	Begriff
	Hochpassfilter [S01247]
	Bandsperrfilter [S01250]
	Dämpfungsglied [S01244]
	Sammler [S00059]
	Zweifachabzweiger
	Verstärker mit Rückkanalverstärker [S00433]
	Detektor mit NF-Verstärker
	Funktionaler Potentialausgleich [S01410]
	HF-Drossel [S00583]

Symbol	Begriff
	Bandpassfilter [S01249]
	Prüfling [S00059]
	einstellbares Dämpfungsglied [S01245]
	Abzweiger
	optischer Empfänger [S00213]
	Spektrumanalysator [S00910]
	einstellbare Wechselspannungsquelle
	Kondensator [S00567]
	Einstellwiderstand [S00557]

3.3 Abkürzungen

AC	Wechselstrom
AF	Audiofrequenz
AGC	Automatische Verstärkungsregelung
AM	Amplitudenmodulation
BER	Bitfehlerverhältnis
CATV	Kabelfernsehtz
CIN	Intermodulations-/Rausch-Summenstörung
CINR	Intermodulations-/Rausch-Summenstörabstand
CSO	Composite-Second-Order
CTB	Composite-Triple-Beat
CW	Dauerstrich
DC	Gleichstrom

eff	Effektivwert
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EUT	Prüfling
GA	Gemeinschaftsantennenanlage
GGA	Großgemeinschaftsantennenanlage
HP	Hochpassfilter
IP	Schutzart des Gehäuses
MATV	Master Antenna Television; en. für Gemeinschaftsantennenanlage
MER	Modulationsfehlerverhältnis
MTBF	Mittlere störungsfreie Zeit
NF	Niederfrequenz
OMI	Optimaler Modulationsindex
PAL	Phase Alternating Line
PID	Paket-Identifizierer
PRBS	Pseudozufällige Bitfolge
QAM	Quadratur-Amplitudenmodulation
RF	Radiofrequenz
RS	Drehschalter
Sat-GA	Satelliten-Gemeinschaftsantennenanlage
SECAM	Séquentiel couleur à mémoire
SG	Messsender
SMATV	Satellite Master Antenna Television; en. für Satelliten-Gemeinschaftsantennenanlage
TP	Tiefpass
TV	Fernsehen
UHF	Ultra-High-Frequenzbereich
VHF	Very-High-Frequenzbereich
VSWR	Stehwellenverhältnis
XMOD	Kreuzmodulation
ZF	Zwischenfrequenz

ANMERKUNG Nur die Deutsche Fassung der verwendeten Abkürzungen dieses Teils der EN 60728 sind in diesem Abschnitt erwähnt. Die Englische und die Französische Fassung dieses Teils dürfen andere Abkürzungen verwenden. Für Einzelheiten ist auf 3.3 einer jeden Sprachfassung Bezug zu nehmen.

4 Messverfahren

4.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden die grundlegenden Messverfahren definiert. Jedes gleichwertige Messverfahren, durch das die gleiche Genauigkeit gewährleistet wird, darf ebenfalls zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eingesetzt werden.

Soweit nicht anders angegeben, sind alle Messungen mit 0-dB-Einsteckdämpfungsgliedern und -entzerrern durchzuführen. Es ist die Position der Einsteller anzugeben, die während der Messung verwendet werden.

Der Messaufbau muss über den festgelegten Frequenzbereich widerstandsgerecht angepasst sein.

Ein Kabelnetz kann dazu verwendet werden, die terrestrischen Signale zusätzlich zu den von Satelliten empfangenen zu verteilen. Die terrestrischen Antennen werden dazu mit dem optional vorhandenen terrestrischen Eingang eines Mehrfachumschalters verbunden. An jedem Ausgang sind die terrestrischen Signale zusätzlich zu den Satelliten-ZF-Signalen vorhanden. Da die üblichen Frequenzbereiche für terrestrische Signale und Satelliten-ZF-Signale sich nicht überlappen, können beide auf demselben Kabel übertragen werden.

Für große Netze mit Mehrfachumschaltern in Durchschleiftechnik bestehen zwei Möglichkeiten für die Übertragung der terrestrischen Signale von einem Mehrfachumschalter zum nächsten:

- Verwendung eines speziellen Kabels für die terrestrischen Signale, zusätzlich zu den Kabeln für die Satelliten-ZF-Signale und dann an jedem Ausgang Verbinden der terrestrischen Signale mit dem ausgewählten Satelliten-ZF-Signal;
- Kombination der terrestrischen Signale mit jedem Satelliten-ZF-Signalebereich vor dem ersten Mehrfachumschalter, um damit die Anzahl der Kabel zwischen den Mehrfachumschaltern zu minimieren.

ANMERKUNG Das Signal, das von einer Außeneinheit für Satellitenempfang kommt, kann unerwünschte Signalanteile bei Frequenzen unterhalb des vorgesehenen Satelliten-ZF-Bereichs aufweisen. Diese Signalanteile überlappen dann mit dem Frequenzbereich der terrestrischen Signale. Zum Beispiel kann eine Außeneinheit, die das Frequenzband 11,7 GHz bis 12,75 GHz in den Satelliten-ZF-Bereich umsetzt, Signale im Bereich 10,7 GHz bis 11,7 GHz in Frequenzen unterhalb des Satelliten-ZF-Bereichs umsetzen. Diese Frequenzen müssen ausreichend ausgefiltert werden, um Störungen mit terrestrischen Signalen auf demselben Kabel zu vermeiden.

Bei Messungen an Mehrfachumschaltern müssen Steuersignale in die Ausgangsanschlüsse, die an der Messung beteiligt sind, eingespeist werden. Dafür muss eine Stromeinspeiseweiche zwischen dem Ausgang des Mehrfachumschalters und dem Messaufbau geschaltet werden. Der Gleichstromanschluss der Stromeinspeiseweiche ist an einen Standardempfänger angeschlossen, der die erforderlichen Steuersignale erzeugt. Es muss darauf geachtet werden, dass der Einfluss der Stromeinspeiseweiche auf das Messergebnis unbedeutend bleibt. Dies kann durch Berücksichtigung der Stromeinspeiseweiche bei der Kalibrierung oder durch Verwendung eines Netzwerkanalysators mit einer eingebauten Stromeinspeiseweiche erreicht werden.

Messungen an aktiven Geräten mit symmetrischen Anschlüssen müssen mit Hilfe eines Messbaluns durchgeführt werden. Die Symmetrie (Gleichtaktunterdrückung) des Ausgangssignals solch eines Messbaluns muss im Bereich von 100 MHz bis 1 000 MHz >30 dB und im Bereich von 30 MHz bis 100 MHz >50 dB betragen. Die Gleichtaktunterdrückung des Messbaluns muss nach den Empfehlungen ITU-T Rec. G.117 und ITU-T Rec. O.9 gemessen werden. Die Rückflusdämpfung des Messbaluns muss dabei 10 dB höher sein als die Rückflusdämpfung des Prüflings, an den das koaxiale Messgerät über den Messbalun angeschlossen ist.

4.2 Lineare Verzerrungen

4.2.1 Rückflusdämpfung

Das nachstehend beschriebene Verfahren dient zur Messung der Rückflusdämpfung an Geräten für den Betriebsfrequenzbereich von 5 MHz bis 3 000 MHz.

Die Festlegung muss an allen Eingangs- und Ausgangsanschlüssen des Gerätes unter allen Betriebsbedingungen der automatischen oder manuellen Verstärkungsregelung und unter Einsatz jeder beliebigen Kombination von Einsteckentzerren und -dämpfungsgliedern erfüllt werden.

4.2.1.1 Erforderliche Messgeräte

- a) ein Messsender oder Wobbelgenerator mit Einstellmöglichkeit über den Frequenzbereich der zu prüfenden Geräte.

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass das Ausgangssignal des Messsenders oder Wobbelgenerators keinen hohen Oberwellenanteil besitzt, da hierdurch die Messgenauigkeit erheblich beeinträchtigt werden kann.

- b) eine VSWR-Messbrücke mit eingebautem oder separatem HF-Detektor;

Die Messgenauigkeit hängt von der Güte der VSWR-Messbrücke ab, vor allem vom Richtfaktor und der Rückflusssdämpfung am Prüfanschluss der Brücke. Bild 1 zeigt als Beispiel die maximale Genauigkeit, die mit Hilfe einer Brücke mit einem Richtfaktor von 46 dB und einer Rückflusssdämpfung von 26 dB erreicht werden kann.

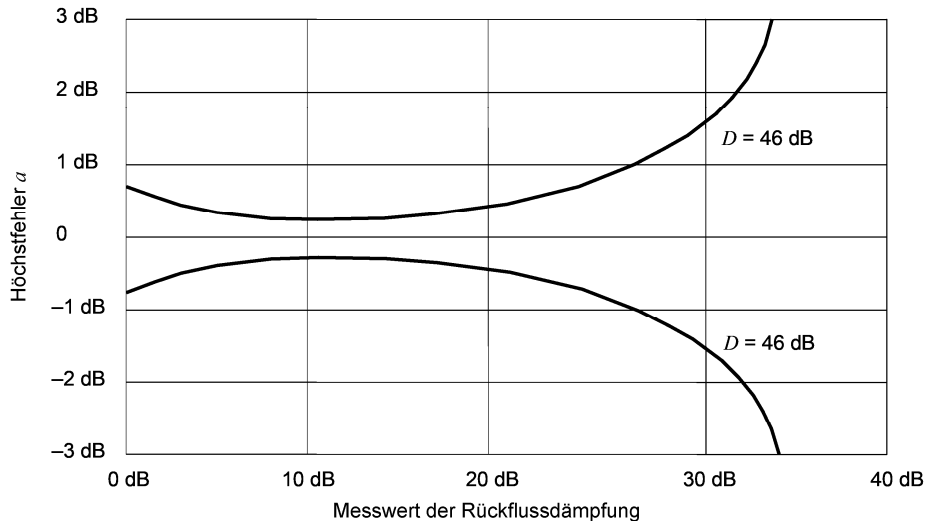


Bild 1 – Maximale Genauigkeit a bei der Messung der Rückflusssdämpfung mit Hilfe einer VSWR-Messbrücke mit einem Richtfaktor von $D = 46$ dB und bei einer Rückflusssdämpfung von 26 dB am Prüfanschluss

- c) ein Oszilloskop;
d) kalibrierte Fehlanpassungen.

ANMERKUNG Signalgenerator und Oszilloskop können ersetzt werden durch Mitlaufgenerator (en: tracking generator) und Spektralanalysator oder einen Netzwerkanalysator, der direkt mit dem Prüfling verbunden ist.

4.2.1.2 Messanordnung

Die Geräte müssen, wie in Bild 2 gezeigt, angeschlossen werden.

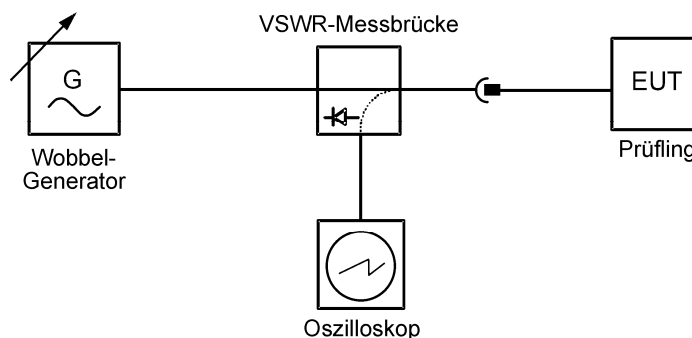


Bild 2 – Messung der Rückflusssdämpfung

4.2.1.3 Durchführung der Messung

Alle koaxialen Eingangs- und Ausgangsanschlüsse, an denen keine Messung durchgeführt wird, müssen mit 75Ω abgeschlossen werden.

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass an dem zu messenden Anschluss keine Versorgungsspannung ansteht, da dies zur Beschädigung der Brücke führen kann. Falls eine Sperrschaltung für diese Spannung erforderlich sein sollte, so ist eine Schaltung mit guten Rückflusdämpfungswerten einzusetzen (10 dB besser als die Anforderung dieser Norm).

Es dürfen ausschließlich kalibrierte Steckverbinder, Adapter und Kabel hoher Güte verwendet werden.

Die Messung umfasst die folgenden Schritte:

- a) die Geräte wie in Bild 2 anschließen;
- b) den Ausgangspegel des Messsenders so einstellen, dass das zu prüfende Gerät nicht übersteuert wird;
- c) mit den kalibrierten Fehlanpassungen die Oszilloskopanzeige kalibrieren;
- d) das zu prüfende Gerät wie in Bild 2 anschließen und die Rückflusdämpfung über den festgelegten Frequenzbereich messen.

4.2.2 Linearität des Frequenzgangs

Da die Messverfahren allgemein bekannt sind, erübrigt sich eine ausführliche Beschreibung der Messung.

Die Messung wird im Allgemeinen mit einem 75- Ω -Skalar- oder -Vektor-Netzwerkanalysator durchgeführt. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass alle verwendeten Geräte (Steckverbinder, Adapter, Kabel usw.) widerstandsrichtig angepasst sind.

4.2.3 Chrominanz-/Luminanz-Laufzeitunterschied nur für PAL/SECAM

Es ist das bekannte 20T-Impuls-Messverfahren, wie in IEC 60728-5 beschrieben, zu verwenden.

4.3 Nichtlineare Verzerrungen

4.3.1 Allgemeines

In einem nichtlinearen Gerät besteht der mathematische Ausdruck des Ausgangssignals im Allgemeinen aus einer unendlichen Anzahl von Termen. Jeder Term entsteht dabei aus einem oder mehreren (als sinusförmig angenommenen) Termen am Eingang, und vor allem aus der Wechselwirkung zweier oder mehrerer Terme. Eine detaillierte Ableitung dieser Verhältnisse wird im informativen Anhang A beschrieben.

Ein Messverfahren für die Nichtlinearität bei vollständig digitaler Kanallast ist in Vorbereitung und wird als 4.3.7 in diese Norm eingefügt werden.

4.3.2 Arten von Messungen

Es werden nachfolgend Messungen der folgenden Effekte beschrieben:

- Intermodulation zwischen zwei oder drei einzelnen Signalfrequenzen;
- Composite-Beat-Produkte, die durch eine Vielzahl von Signalen diskreter Frequenzen verursacht werden;
- Summenkreuzmodulationsprodukte, die durch Kreuzmodulation zwischen einer Vielzahl von Signalen diskreter Frequenzen entstehen.

Eine korrekte Datenangabe muss mindestens die folgenden Einzelheiten enthalten:

- a) den gemessenen Verzerrungstyp;
- b) das erforderliche Verzerrungsverhältnis.

Das Messergebnis muss als schlechtester Wert in Form des maximalen Signalpegels am Ausgang des Geräts, bei dem das geforderte Signal-Verzerrungs-Verhältnis eingehalten wird, angegeben werden. Weist der Ausgangspegel eine Schräglage über der Frequenz auf, so muss diese angegeben werden.

Der gemessene Verzerrungstyp ist zu definieren als Produkt einer bestimmten Ordnung (z. B. „Intermodulation dritter Ordnung“).

4.3.3 Intermodulation

4.3.3.1 Allgemeines

Die nachstehend beschriebenen Messverfahren mit zwei bzw. drei gleichen Trägern dienen zur Messung des Verhältnisses zwischen einem Träger und einem diskreten Intermodulationsprodukt an einem festgelegten Punkt eines Kabelnetzes. Die Verfahren eignen sich ebenfalls zur Ermittlung des Intermodulationsverhaltens von Einzelgeräten.

ANMERKUNG 1 Insbesondere ist zu beachten, dass die gleichzeitige Belegung vieler Kanäle im gleichen Frequenzabstand eine große Zahl von Intermodulationsprodukten (vor allem dritter Ordnung) entstehen lässt, die in der Nähe des Bildträgers eines TV-Nutzkanals auftreten.

In diesen Fällen sind die resultierenden Störsignale von außerordentlich komplexer Natur und erfordern deshalb ein alternatives Messverfahren. Dieses Messverfahren ist in 4.3.4 und 4.3.5 beschrieben.

Beispiele für Intermodulationsprodukte zweiter und dritter Ordnung werden in Anhang B gegeben.

Produkte zweiter Ordnung finden sich nur in Breitbandgeräten und -systemen, die mehr als eine Oktave abdecken. Die Messung dieser Produkte muss mit zwei Signalen durchgeführt werden (siehe B.1).

Produkte dritter Ordnung finden sich sowohl in Breitband- als auch Schmalbandgeräten und -systemen. Die Messung dieser Produkte muss mit drei Signalen durchgeführt werden (siehe B.2).

ANMERKUNG 2 Wenn das Messverfahren mit ungleichen Trägerpegeln nach IEC 60728-5 angewendet wird, dann ist der Ausgangspegel, bei dem sich das entsprechende Signal-Verzerrungs-Verhältnis ergibt, um 6 dB zu vermindern, damit ein mit dem hier beschriebenen Verfahren mit gleichen Trägerpegeln vergleichbares Ergebnis erzielt wird.

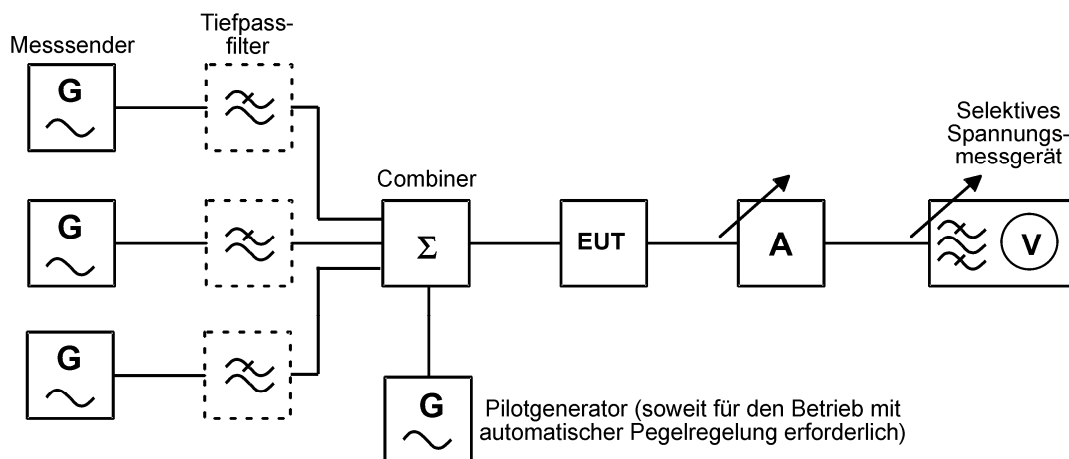
4.3.3.2 Erforderliche Messgeräte

- a) ein selektives Spannungsmessgerät, das den Frequenzbereich des zu prüfenden Gerätes oder Systems abdeckt. Zu diesem Zweck kann ein Spektrumanalysator verwendet werden.
- b) die entsprechende Anzahl von Messsendern, die die für die Prüfung vorgesehenen Frequenzen abdecken.
- c) ein einstellbares Dämpfungsglied, dessen Bereich größer ist als das zu erwartende Signal-/Intermodulationsverhältnis, sofern dieses nicht Bestandteil des in 4.3.3.2 a) beschriebenen Spannungsmessgeräts ist.
- d) für Prüfungen an Geräten und Systemen mit nur einem Eingang ist eine Weiche erforderlich (Bild 3).

ANMERKUNG Es können noch weitere Messzusätze erforderlich sein, z. B. um sicherzustellen, dass die Messungen nicht durch Nebenwellen beeinträchtigt werden, die in den Prüfgeräten selbst entstehen (Anhang C).

4.3.3.3 Messanordnung

Die Geräte müssen, wie in Bild 3 gezeigt, angeschlossen werden.



ANMERKUNG 1 Die Notwendigkeit der durch gestrichelte Linien gekennzeichneten Prüfgeräte hängt von den Ergebnissen der Kontrollen in Anhang C ab. Die Filter an den Ausgängen der Messsender können zur Unterdrückung von Nebenwellen erforderlich sein. Das Eingangsfilter vor dem selektiven Spannungsmessgerät kann zur Vermeidung von Intermodulationsstörungen im Messgerät erforderlich sein. Bei Verwendung eines Filters sollte zur Vermeidung einer möglichen Fehlanpassung das Dämpfungsglied nicht auf einen Wert unter 10 dB eingestellt werden.

ANMERKUNG 2 Zur Vermeidung von Intermodulation zwischen den Messsendern kann es erforderlich sein, die Weiche mit einem oder mehreren Richtkopplern aufzubauen (siehe Anhang C).

Bild 3 – Grundlegende Anordnung der Prüfgeräte zur Bewertung des Signal-/Intermodulationsverhältnisses

4.3.3.4 Durchführung der Messung

Die Messung umfasst die folgenden Schritte:

a) Allgemeines

Soweit nicht anders gefordert, müssen die bei Messungen verwendeten Bezugsausgangspegel den für die Geräte festgelegten Nennausgangspegeln entsprechen. Es muss angegeben werden, ob die Signalausgangspegel über den gesamten Frequenzbereich konstant sind oder nicht. Sind die festgelegten Ausgangspegel über den Frequenzbereich nicht konstant, dann sind zusammen mit den Messergebnissen die Ausgangspegel aller Prüfsignale anzugeben.

Messungen von Produkten zweiter und dritter Ordnung müssen so durchgeführt werden, dass die Prüfsignale sowohl in größerem als auch kleinerem Abstand in jedem betrachteten Band angeordnet werden, und zwar bei Frequenzen, aus denen sich im Gesamtfrequenzbereich Produkte von Bedeutung ergeben können.

Beinhalten die zu messenden Geräte eine automatische Verstärkungsregelung (AGC), dann sind die Prüfungen bei Nenneingangspegeln durchzuführen.

b) Kalibrierung und Kontrollen

Es muss kontrolliert werden, ob Oberwellen oder andere Störanteile an den Ausgängen der Messsender möglicherweise die Messergebnisse erheblich beeinträchtigen können (siehe Anhang C).

Das selektive Spannungsmessgerät muss kalibriert und auf einwandfreie Funktion geprüft werden (siehe Anhang C).

Es muss weiterhin eine Kontrolle auf mögliche Intermodulation zwischen den Messsendern bei den für die Prüfungen vorgesehenen Ausgangspegeln durchgeführt werden (siehe Anhang C).

c) Messung

Die Messsender werden im Dauerstrichbetrieb auf die Frequenzen der Prüfsignale (siehe 4.3.3.4 a) und Anhang B) abgestimmt. Dann werden die Ausgangspegel und die Pegel an den verschiedenen Punkten des Systems bis hin zum Messort so eingestellt, dass sich überall die festgelegten Systembetriebspegel ergeben.

An den Ausgang des Prüflings (EUT) werden das einstellbare Dämpfungsglied, das selektive Spannungsmessgerät und, falls erforderlich (siehe Anhang C), weitere Messzusätze angeschlossen. Das Spannungsmessgerät wird auf jedes einzelne Prüfsignal abgestimmt und der für eine gut ablesbare Anzeige R auf dem Spannungsmessgerät erforderliche Wert a_1 des Dämpfungsglieds für das jeweilige Bezugssignal wird notiert. Der Wert a_1 des Dämpfungsglieds sollte etwas größer sein als der am Messpunkt zu erwartende Intermodulationsabstand.

Das Messgerät wird auf das zu messende Intermodulationsprodukt abgestimmt und die Einstellung des variablen Dämpfungsglieds wird auf den für den gleichen Anzeigewert R erforderlichen Wert a_2 reduziert.

ANMERKUNG Bei der Messung der Pegel von Intermodulationsprodukten kann es erforderlich sein, vor dem Eingang des Messgerätes ein Filter einzufügen (siehe Anhang C). In diesem Fall ist die Einfügungsdämpfung des Filters (in dB) bei der Frequenz des jeweiligen Produkts zum Wert des Dämpfungsglieds zu addieren.

Das Signal-/Intermodulationsverhältnis in dB wird folgendermaßen ermittelt:

$$S/I = a_1 - a_2$$

Dabei ist

- a_1 der Wert des Dämpfungsglieds für das als Bezug verwendete Prüfsignal (in dB);
- a_2 der Wert des Dämpfungsglieds für das jeweilige Intermodulationsprodukt (in dB).

4.3.4 Composite-Triple-Beat-Verhältnis

4.3.4.1 Allgemeines

Das Composite-Triple-Beat-Messverfahren mit Dauerstrichsignalen dient zur Messung des Verhältnisses zwischen einem Träger und den Composite-Triple-Beat-Störprodukten an einem festgelegten Punkt eines Kabelnetzes. Dieses Verfahren ist ebenfalls zur Ermittlung des Composite-Triple-Beat-Intermodulationsverhaltens von Einzelgeräten geeignet.

Wenn die Eingangssignale in regelmäßigen Abständen angeordnet sind (wie bei Frequenzrastern für TV-Kanäle allgemein üblich), neigen die verschiedenen Verzerrungsprodukte dazu, sich in Gruppen um die TV-Kanäle herum zu scharen. Die Anzahl der verschiedenen Produkte in jedem dieser Störhaufen steigt schnell mit der Anzahl der Kanäle an. Außerdem ergeben sich, je nach Verkopplung der Ursprungssignale und relativer Phasenlage der unterschiedlichen Verzerrungsprodukte, Kombinationen auf verschiedenste Weisen.

Bei dem in diesem Abschnitt beschriebenen Verfahren wird die nichtlineare Verzerrung eines Gerätes oder Systems über den Summenstöreffekt aller Mischprodukte gemessen, die im Bereich von ± 15 kHz um den Bildträger eines TV-Kanals einen Störhaufen bilden. Bei der Messung muss der Bildträger des betreffenden TV-Kanals abgeschaltet werden, so dass die gemessene Composite-Triple-Beat-Störsumme von allen anderen Trägern, mit Ausnahme des Trägers des zu messenden Kanals, erzeugt wird.

Mit diesem Verfahren kann eine Angabe in der folgenden, allgemeinen Form aufgestellt werden:

„Das Composite-Triple-Beat-Verhältnis für eine Gruppe von Trägern ist im Kanal (A) bei (B) dB (μ V) gleich (C) dB.“

- (A) bezeichnet dabei den Kanal, in dem die Prüfung durchgeführt wird. Wird diese Angabe ausgelassen, so gilt der Wert als minimaler Messwert für alle in der Aufzählung der Träger festgelegten Kanäle.
- (B) bezeichnet, soweit nicht anders festgelegt, den Bezugspegel, auf den alle Träger während der Messung eingestellt werden sollten. Sind nicht alle Träger auf den gleichen Pegel eingestellt, so muss zusätzlich in der Datenangabe der Pegel jedes Trägers relativ zum Bezugspegel ausdrücklich angegeben werden.
- (C) ist das Composite-Triple-Beat-Verhältnis und wird üblicherweise als Minimalwert angegeben.

Bedingt durch die große Zahl der verschiedenen, weltweit gebräuchlichen Frequenzraster und die Notwendigkeit, Datenangaben von Geräten verschiedener Hersteller auf einfache Weise miteinander vergleichen zu können, sollte die Messung mit den in Anhang D aufgeführten Trägern durchgeführt werden (alle Träger sind im 8-MHz-Raster angeordnet, mit Ausnahme des Sonderfalls bei 48,25 MHz).

Die Bildträgerfrequenzen sind in Gruppen angeordnet. Es dürfen nur vollständige Gruppen verwendet werden, mit Ausnahme der nachfolgend angegebenen Fälle. Bei Verstärkern für den Bereich bis 450 MHz muss die Gruppe A verwendet werden. Bei einer Auslegung bis 550 MHz müssen die Gruppen A und B verwendet werden. Bei einer Spezifikation bis 862 MHz müssen alle Gruppen A, B, C, D und E verwendet werden.

Sofern ein Verstärker bis 1 000 MHz ausgelegt ist, sollte das Messverfahren für voll digitale Kanallast verwendet werden. Dieses Messverfahren ist derzeit in Beratung und wird als neuer 4.3.7 in diese Norm eingefügt werden.

Je nach festgelegter Bandbreite des Prüflings kann Gruppe A auch teilweise verwendet werden. Die nicht verwendeten Frequenzen müssen dabei benannt werden. Wird der Träger bei 48,25 MHz nicht verwendet, im Fall, wenn der Vorwärtsweg bei 85 MHz beginnt, sind die Messergebnisse mit dem Hinweis „ohne Band I“ anzugeben. Wenn das Gerät bei allen Frequenzen in Gruppe A arbeiten kann, ist dieses Ergebnis zusammen mit dem Ergebnis anzugeben, bei dem nur ein Teil von Gruppe A verwendet wurde.

Für alle Übertragungsbereiche sind die erreichten Werte für die maximal mögliche Anzahl vollständiger Gruppen anzugeben. Dem Hersteller ist es freigestellt, einen Wert für eine höhere Anzahl von Trägern anzugeben. Die dabei nicht verwendeten Frequenzen sind zu benennen.

4.3.4.2 Erforderliche Messgeräte

Die folgenden Geräte sind erforderlich:

- a) ein Spektrumanalysator mit 30-kHz-ZF-Bandbreite und 10-Hz-Videobandbreitenauflösung;

ANMERKUNG Bei Verwendung eines Spektrumanalysators mit einer minimalen Videofilter-Auflösung von mehr als 10 Hz sind die Summenstörprodukte dritter Ordnung möglicherweise mit Rauschen behaftet und sollten in der Mitte der dargestellten Linie abgelesen werden.

- b) ein in 1-dB-Schritten einstellbares 75- Ω -Dämpfungsglied;
- c) je ein Bandpassfilter für alle zu prüfenden Kanäle oder ein abstimmbares Bandpassfilter; Dieses Filter muss die anderen im zu prüfenden System vorhandenen Kanäle soweit dämpfen, dass die durch Nichtlinearitäten des Spektrumanalysators entstehenden Mischprodukte keine nennenswerten Beiträge zu den zu messenden Composite-Beat-Störprodukten leisten.

die Durchlasscharakteristik des Filters muss über den betrachteten Frequenzbereich konstant sein und eine Änderung des Amplitudenfrequenzganges von höchstens 1 dB aufweisen. Das Filter muss über den gesamten Frequenzbereich widerstandsrichtig angepasst sein. Erforderlichenfalls ist vor den Eingang des Filters ein Festwertdämpfungsglied zu schalten.

- d) Dauerstrich-Messsender für die in dem zu prüfenden System verwendeten Bildträgerfrequenzen. Die Abstimmgenauigkeit und Frequenzstabilität der Messsender muss besser sein als ± 5 kHz. Die benötigte Anzahl von Messsendern wird durch die Anzahl der für die Prüfungen verwendeten Frequenzgruppen bestimmt (siehe 4.3.4.1).
- e) eine Weiche für die Signale der Messsender;
- f) Anpassglieder, Dämpfungsglieder, Filter usw. zur Erzielung der korrekten Signalpegel, Anpassbedingungen und zur Dämpfung von Nebenwellen am Eingang des Systems.

4.3.4.3 Messanordnung

Die Geräte müssen, wie in Bild 4 gezeigt, angeschlossen werden.

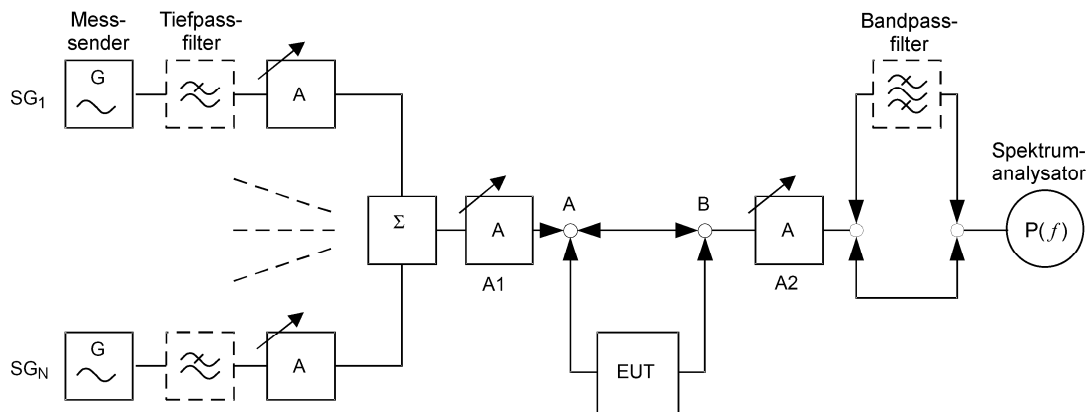


Bild 4 – Anschluss der Prüfgeräte für die Messung von nichtlinearen Composite-Beat-Störprodukten

4.3.4.4 Durchführung der Messung

Die Messung umfasst die folgenden Schritte:

- Punkt A direkt mit Punkt B verbinden und das Bandpassfilter abtrennen (siehe Bild 4); Den Pegel an allen Messsendern so einstellen, dass sich an Punkt A ein Ausgangspegel ergibt, wie er bei Anschluss des zu prüfenden Systems oder Gerätes vorhanden wäre;
- die folgenden Einstellungen am Spektrumanalysator vornehmen:

ZF-Bandbreite	30 kHz;
Videobandbreite	10 Hz;
Hub	50 kHz/Teilung;
Vertikale Auflösung	10 dB/Teilung;
Ablaufzeit	0,5 s/Teilung.
- den Spektrumanalysator so abstimmen, dass der Bildträger des zu messenden Kanals in der Mitte des Bildschirms liegt;
- die Empfindlichkeit des Spektrumanalysators zusammen mit seinem internen und externen Eingangsdämpfungsglied so einstellen, dass die Abbildung des Bildträgers einem Vollausschlag der Skala entspricht und als Bezugswert verwendet werden kann; Gleichzeitig muss der Rauschpegel dabei um mindestens 10 dB geringer sein als der zu erwartende Pegel der Störprodukte;
- das Bandpassfilter für den zu messenden Kanal einfügen und mit Hilfe des Eingangsdämpfungsgliedes die Filterdämpfung ausgleichen;
- den Messsender für den zu messenden Kanal abtrennen und die Weiche mit ihrer Nennimpedanz abschließen;
- Prüfen, ob die im Spektrumanalysator über die gesamte Kanalbandbreite erzeugten Intermodulationsprodukte mindestens um 20 dB unter dem erforderlichen Störabstand liegen; Ist dies nicht der Fall, dann das Bandpassfilter abtrennen und die vorstehenden Messschritte d) bis g) bei reduzierter Empfindlichkeit des Spektrumanalysators wiederholen;
- die Einstellung des Empfindlichkeitsstellers notieren;
- den Messsender wieder anschließen und die vorstehenden Messschritte c) bis h) für alle Kanäle wiederholen;
- die zu prüfende Einheit zwischen die Punkte A und B schalten und die Einstellung der Messsender so korrigieren, dass sich die erforderlichen Ausgangspegel an Punkt B ergeben;
- die Mittenfrequenz des Spektrumanalysators wie in Schritt c) einstellen und das entsprechende Bandpassfilter einfügen;

- l) das Eingangsdämpfungsglied (intern oder extern) so einstellen, dass der Spektrumanalysator wieder einen Vollausschlag für den Bildträger liefert. Dabei die richtige Einstellung des Empfindlichkeitsstellers berücksichtigen (siehe Schritt h);
- m) den Messsender für den zu messenden Kanal abtrennen und die Weiche mit ihrer Nennimpedanz abschließen;
- n) die Composite-Triple-Beat-Produkte bilden einen Störhaufen im Bereich von ± 15 kHz um den Bildträger, so dass das Composite-Triple-Beat-Verhältnis direkt von der Bildschirmanzeige des Spektrumanalysators ablesbar ist;
- o) Dämpfungsglied A1 in Bild 4 so einstellen, dass sich das geforderte Composite-Triple-Beat-Verhältnis ergibt und die Änderung des Ausgangspegels mit Dämpfungsglied A2 ausgleichen;
- p) den Signalpegel am Ausgang des Prüflings messen;
- q) die vorstehenden Messschritte k) bis p) für alle zur Prüfung verwendeten Kanäle wiederholen;
- r) der schlechteste Wert des maximalen Ausgangspegels, bei dem sich das geforderte Composite-Triple-Beat-Verhältnis ergibt, ist für die Angabe zu notieren.

4.3.5 Composite-Second-Order-Beat-Verhältnis

Die erforderlichen Prüfgeräte, die Messanordnung und die Durchführung der Messung decken sich mit der Messung des Composite-Triple-Beat-Verhältnisses, jedoch mit den folgenden Unterschieden:

4.3.5.1 Erforderliche Geräte

Es sind die gleichen Prüfgeräte erforderlich wie in 4.3.4.2.

4.3.5.2 Durchführung der Messung

Die Durchführung der Messung erfolgt wie beim Composite-Triple-Beat-Verhältnis, jedoch mit der Ausnahme, dass die Mischprodukte zweiter Ordnung keine Störhaufen im Bereich von ± 15 kHz um die exakten Trägerfrequenzen bilden, sondern in einem Abstand von $\pm 0,75$ MHz oder $\pm 0,25$ MHz von den Trägern Störhaufen (von ± 10 kHz Breite) verursachen. Das Träger-/Composite-Second-Order-Verhältnis ist direkt von der Bildschirmanzeige des Spektrumanalysators ablesbar.

Beim Composite-Second-Order-Verhältnis ist es ebenfalls notwendig, die Mischprodukte in der Nachbarschaft des Kanals bei 48,25 MHz zu messen oder, falls dies bei dem Prüfling nicht möglich sein sollte, bei der niedrigsten verfügbaren Frequenz. Obwohl die Anwesenheit des Trägers bei dieser Frequenz nicht zwingend erforderlich ist, kann er doch als Bezugsgröße von Nutzen sein. In diesem Fall bilden die Composite-Second-Order-Produkte einen Störhaufen im Bereich 48,00 MHz ± 10 kHz und können ebenfalls direkt von der Bildschirmanzeige des Spektrumanalysators abgelesen werden.

Der schlechteste Wert des maximalen Ausgangspegels, bei dem sich das geforderte Composite-Second-Order-Verhältnis ergibt, ist für die Angabe zu notieren.

4.3.6 Summenkreuzmodulation

4.3.6.1 Allgemeines

Hierzu wird ein Mehrsendermessverfahren verwendet. Gemessen werden die Ausgangssignalpegel der Geräte, bei denen sich das geforderte Summen-Amplituden-Kreuzmodulationsverhältnis und Summen-Gesamtkreuzmodulations-Verhältnis ergibt.

Das nachstehend beschriebene Verfahren dient zur Messung der Kreuzmodulation, die durch die Übertragung der Modulation mehrerer modulierter Störsignale auf ein unmoduliertes Nutzsignal entsteht. Die Messungen werden mit denselben Trägerfrequenzen durchgeführt wie bei der Messung des Composite-Second-Order-Verhältnisses, d. h. nach der Tabelle D.1.

Bei diesem Verfahren wird eine Vielzahl von Störsignalen verwendet. Diese Signale werden derart synchron moduliert, dass die Spannung beim Spitzenwert der Modulationshüllkurve gleich dem Bezugspegel L ist, der gleichzeitig dem Pegel des unmodulierten Nutzsignals entspricht.

Um die Verwendung von Signalen mit Modulationstiefen von weniger als 100 % zu ermöglichen, wird ein Korrekturfaktor eingeführt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 – Korrekturfaktoren für Modulationstiefen unter 100 %

Modulation (wechselstromgekoppelt) %	Zum gemessenen Verhältnis zu addierender Korrekturwert dB
100	0
90	0,4
80	0,9
70	1,4
60	1,9
50	2,5
40	3,1
30	3,7

Summen-Amplituden-Kreuzmodulation wird definiert als die Übertragung von Amplitudenmodulation von einer Vielzahl modulierter Signale auf den Nutzträger und kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$20 \lg \frac{\text{Spitze – Spitze – Spannung der erwünschten Amplitudenmodulation}}{\text{Spitze – Spitze – Spannung der übertragenen Amplitudenmodulation}}$$

Summen-Gesamtkreuzmodulation wird definiert als die Übertragung der Gesamtmodulation, d. h. der Vektorsumme aus Amplituden- und Phasenmodulation, von einer Vielzahl modulierter Signale auf den Nutzträger, und kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$20 \lg \frac{\text{Spitze – Spitze – Spannung des erwünschten Seitenbands}}{\text{Spitze – Spitze – Spannung des übertragenen Seitenbands}}$$

Die bei der gewählten Modulationstiefe erhaltenen Messergebnisse werden auf die Werte für einen Modulationsgrad von 100 % korrigiert (siehe Tabelle 1).

Der Prüfling wird mit dem maximalen Ausgangssignalpegel gemessen, bei dem ein bestimmtes Verhältnis zwischen Nutzmodulation und Summenkreuzmodulation erreicht wird (üblicherweise 60 dB).

4.3.6.2 Messbedingungen

- die Messungen müssen unter Verwendung aller Eingangssignale durchgeführt werden. Die Eingangssignale müssen für den Frequenzbereich des jeweiligen zu prüfenden Geräts geeignet sein und mit der Tabelle D.1 übereinstimmen.
- enthält das zu messende Gerät eine automatische Verstärkungsregelung (AGC), müssen die Prüfungen bei Nenneingangspegeln durchgeführt werden.
- alle Pegel müssen als Effektivwerte angegeben werden.

4.3.6.3 Erforderliche Messgeräte

Die folgenden Geräte sind erforderlich:

- a) ein selektives HF-Spannungsmessgerät, das den Frequenzbereich des zu prüfenden Systems oder Gerätes abdeckt, das bei den vorgesehenen Modulationstiefen linear demodulierte Ausgangssignale liefert, und das eine ausreichende Bandbreite aufweist, um die gewünschten AF-Seitenbänder ohne Dämpfung durchzulassen; Sind Selektivität und Linearität des Spannungsmessgeräts nicht ausreichend, um die Entstehung von Nebenwellen zu vermeiden, muss unbedingt das in Bild 5 dargestellte Bandpassfilter eingefügt werden.

Das selektive HF-Spannungsmessgerät muss den Effektivwert seines Eingangssignals bei den Spitzenwerten der Modulationshüllkurve anzeigen.

- b) Messsender, die die entsprechenden Bildträgerfrequenzen nach Anhang D abdecken, ausnahmslos die erforderlichen Modulationseinrichtungen aufweisen, und bei der vorgesehenen Modulationstiefe lineares Verhalten zeigen;

ANMERKUNG Es wird empfohlen, die Modulationsfrequenz der Zeilenfrequenz des TV-Signals anzunähern, um Effekten Rechnung zu tragen, die durch NF-Schaltungen (z. B. Entkopplung) im Prüfling verursacht werden können. Als Modulationsfrequenz sollte kein Vielfaches der Netzfrequenz der Stromversorgung verwendet werden.

Es darf jede symmetrische Modulationsform (mit Ausnahme von Pulsmodulation) verwendet werden, vorausgesetzt, dass derselbe Messsender für Kalibrierung und Messung verwendet wird und dass Modulationstiefe und Signalform unverändert bleiben.

- c) ein Modulationsspannungsgenerator mit ausreichendem Ausgangspegel zur gemeinsamen Modulation der in b) beschriebenen Messsender;
- d) ein selektives AF-Spannungsmessgerät, das die vorgesehene Modulationsfrequenz abdeckt und über einen kalibrierten Eingangspegelbereich verfügt, der größer ist als der zu erwartende Kreuzmodulationsabstand.
- e) eine Weiche, Anpassglieder, Dämpfungsglieder, Filter usw. zur Erzielung der korrekten Signalpegel, Anpassbedingungen und zur Dämpfung von Nebenwellen;
- f) ein Spektrumanalysator mit 1-kHz-ZF-Bandbreite und 10-Hz-Videobandbreitenauflösung;
- g) je ein Bandpassfilter für alle zu prüfenden Kanäle oder ein abstimmbares Bandpassfilter; Dieses Filter muss die anderen im zu prüfenden System vorhandenen Kanäle soweit dämpfen, dass die durch Nichtlinearitäten des Spektrumanalysators entstehenden Mischprodukte keine nennenswerten Beiträge zu den zu messenden Kreuzmodulationsprodukten leisten. Die Durchlasscharakteristik des Filters muss über den betrachteten Frequenzbereich konstant sein und eine Änderung des Amplituden-frequenz-ganges von höchstens 1 dB aufweisen. Das Filter muss über den gesamten Frequenzbereich widerstandsrichtig angepasst sein. Im Bedarfsfall muss vor den Eingang des Filters ein Festdämpfungsglied geschaltet werden.

4.3.6.4 Messanordnung

Die Geräte sind, wie in Bild 5 gezeigt, anzuschließen.

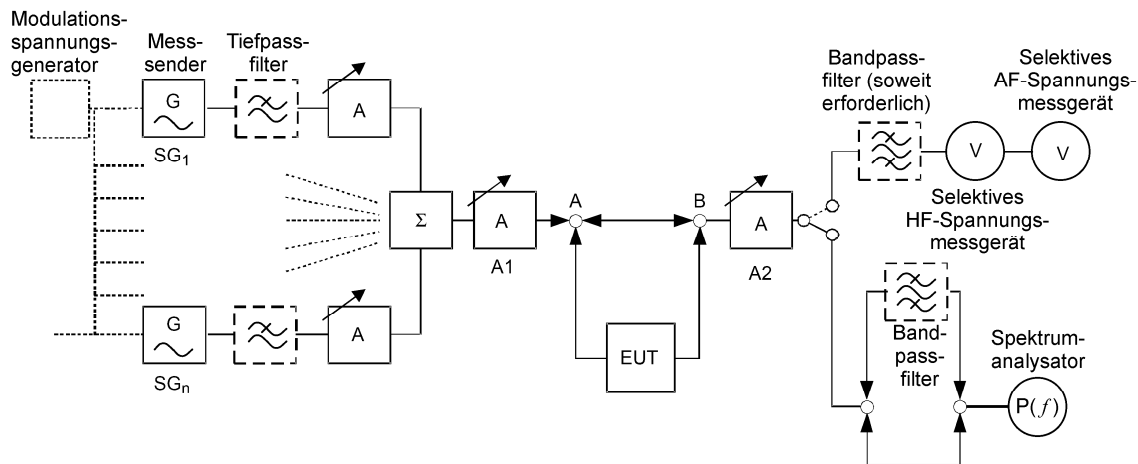


Bild 5 – Anschluss der Prüfgeräte für die Messung der Summenkreuzmodulation

4.3.6.5 Durchführung der Messung

Die Messung umfasst die folgenden Schritte:

– Summen-Amplituden-Kreuzmodulation

- den Ausgang des Prüflings an das selektive HF-Spannungsmessgerät anschließen;
- jeden einzelnen Messender der Reihe nach auswählen und die Modulationstiefe sowie den Ausgangspegel mit Hilfe des selektiven Spannungsmessgeräts so einstellen, dass sich am Ausgang des Prüflings mit dem selektiven HF-Spannungsmessgerät der gewünschte HF-Spitzenpegel L ergibt;
- das selektive Spannungsmessgerät auf die Frequenz des als Nutzsignal gewählten Trägers abstimmen; Alle Störsignale abschalten. Das selektive AF-Spannungsmessgerät so einstellen, dass sich eine gut ablesbare Anzeige des demodulierten Signals ergibt; Den angezeigten Wert notieren;
- die Modulation des gewählten Nutzsignals abschalten; Den Pegel des unmodulierten Ausgangssignals mit Hilfe des selektiven HF-Spannungsmessgeräts so einstellen, dass sich am Ausgang des Prüflings der gewünschte HF-Pegel L ergibt;
- alle modulierten Signale einschalten; mit dem auf die Nutzträgerfrequenz abgestimmten selektiven HF-Spannungsmessgerät den Pegel des demodulierten Amplituden-Kreuzmodulationssignals am selektiven AF-Spannungsmessgerät notieren;
- aus der in Dezibel ausgedrückten Differenz zwischen den bei den Schritten c) und e) gemessenen Pegeln ergibt sich, nach Korrektur nach Tabelle 1, das Amplituden-Kreuzmodulationsverhältnis, bezogen auf eine Modulationstiefe von 100 %. Das Dämpfungsglied A1 in Bild 5 einstellen und mit A2 die Änderung des Ausgangspegels ausgleichen, bis sich das erforderliche Summen-Amplituden-Kreuzmodulationsverhältnis ergibt;
- der schlechteste Wert des maximalen Ausgangspegels, bei dem sich das geforderte Summen-Amplituden-Kreuzmodulationsverhältnis ergibt, ist für die Angabe zu notieren.

– Summen-Gesamtkreuzmodulation

- den Ausgang des zu prüfenden Systems oder Gerätes an den Spektrumanalysator anschließen;
- die folgenden Einstellungen am Spektrumanalysator vornehmen:
 - ZF-Bandbreite 1 kHz;
 - Videobandbreite 10 Hz;
 - Horizontale Auflösung 5 kHz/Teilung;

- Vertikale Auflösung 10 dB/Teilung;
 - Ablaufzeit 2 s/Teilung
- j) den Spektrumanalysator so auf den zu messenden Kanal abstimmen, dass der Bildträger und ein Frequenzbereich von je 25 kHz zu beiden Seiten des Trägers angezeigt werden;
- k) alle anderen Kanäle abschalten und die Modulation des zu messenden Kanals einschalten;
- l) das Bandpassfilter für den zu messenden Kanal einfügen und mit Hilfe des Eingangsdämpfungsgliedes die Filterdämpfung ausgleichen;

ANMERKUNG Bei Verwendung eines Spektrumanalysators mit einer minimalen Videofilter-Auflösung von mehr als 10 Hz ist die Summen-Kreuzmodulation möglicherweise mit Rauschen behaftet und sollte in der Mitte des Bildschirms abgelesen werden.

- m) die Empfindlichkeit des Spektrumanalysators mit dem internen und/oder externen Eingangsdämpfungsglied so einstellen, dass die Anzeige der beiden ersten Seitenbänder (etwa 15 kHz zu beiden Seiten des Bildträgers) einem Vollausschlag der Skala entspricht und als Bezugswert verwendet werden kann. Dabei muss gleichzeitig der Rauschpegel um mindestens 10 dB unter dem zu erwartenden Störpegel liegen.
- n) die Modulation des Nutzträgers abschalten und alle anderen modulierten Träger einschalten;
- o) die Amplitude der durch die Summen-Gesamtkreuzmodulation verursachten Seitenbänder zu beiden Seiten des Nutzträgers messen; Aus der in Dezibel ausgedrückten Differenz zwischen dem Bezugswert bei Vollausschlag und dem größeren der beiden Seitenbänder ergibt sich nach Korrektur nach Tabelle 1 das Summen-Gesamtkreuzmodulationsverhältnis, bezogen auf eine Modulationstiefe von 100 %.
- Dämpfungsglied A1 in Bild 5 einstellen und mit A2 die Änderung des Ausgangspegels ausgleichen, bis sich das geforderte Summen-Gesamtkreuzmodulationsverhältnis ergibt;
- p) die Messschritte a) bis n) wiederholen und dabei jeweils ein anderes Nutzsignal wählen, bis alle vorgesehenen Kanäle zur Prüfung herangezogen worden sind;
- q) der schlechteste Wert des maximalen Ausgangspegels, bei dem sich das geforderte Summen-Gesamtkreuzmodulationsverhältnis ergibt, ist für die Angabe zu notieren.

4.3.7 Messverfahren für die Nichtlinearität bei ausschließlich digitaler Kanallast

In Beratung.

4.3.8 Brummmodulation des Trägers

4.3.8.1 Definition

Der Brummmodulationsabstand ist das in dB ausgedrückte Verhältnis zwischen dem Spitze-Spitze-Wert A des unmodulierten Trägers und dem Spitze-Spitze-Wert a einer der beiden durch die Brummmodulation des Trägers verursachten Hüllkurven (siehe Bild 6).

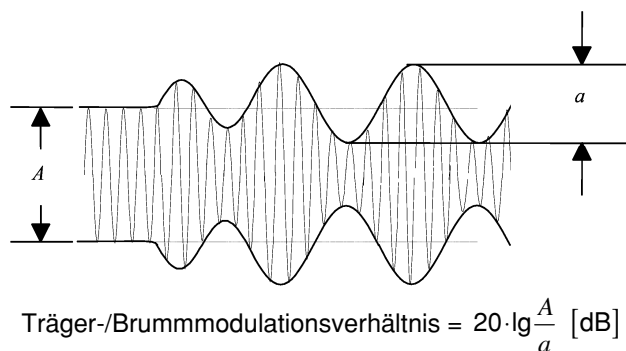


Bild 6 – Träger-/Brummmodulationsverhältnis

4.3.8.2 Beschreibung des Messverfahrens

Dieses Messverfahren eignet sich für Geräte zur Übertragung von Ton- und Fernsehsignalen in einem Kabelnetz, die mit einem Wechselstrom von 50 Hz gespeist werden.

Zur Messung werden Sinusspannungen eingesetzt, die von einer Quelle mit entsprechend niederohmigem Ausgang zur Verfügung gestellt werden. Unter Berücksichtigung der zulässigen Höchstspannung bzw. des zulässigen Höchststromes ist der schlechteste Wert für den Betriebsfrequenzbereich anzugeben.

ANMERKUNG Bei Kabelnetzen kann der Spitzenwert der Versorgungsspannung bzw. des Speisestroms höher ausfallen als der rechnerisch unter Einbeziehung des entsprechenden Formfaktors ermittelte Wert.

Die Messung am Prüfling erfolgt unter Verwendung eines Oszilloskops.

4.3.8.2.1 Erforderliche Prüfgeräte

Die folgenden Prüfgeräte werden benötigt:

- einstellbare Spannungsquelle;
- einstellbarer Lastwiderstand;
- Stromeinspeiseweiche;
- einstellbares Dämpfungsglied;
- Oszilloskop;
- Spannungsmessgerät (mit Effektivwertanzeige);
- Strommessgerät;
- abstimmbarer HF-Messsender mit entsprechend geringem Phasenrauschen und ausreichend hohem Brummodulationsabstand, mit Eignung zur Amplitudenmodulation (400 Hz);
- Detektor mit (batteriegespeistem) NF-Verstärker und ausgangsseitigem 1-kHz-Tiefpassfilter zur Unterdrückung niederfrequenter Störanteile (Eingangsseitig ist ein Hochpassfilter vorzuschalten).

4.3.8.2.2 Messanordnung

Bild 7 zeigt das Anschlussschema für ortsgespeiste Prüflinge. Das entsprechende Anschlussschema für ferngespeiste Prüflinge ist in Bild 8 dargestellt.

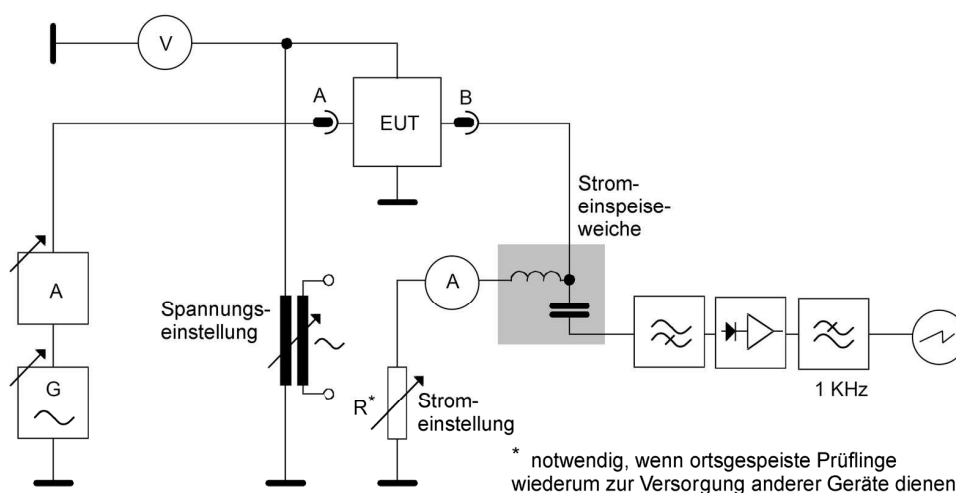


Bild 7 – Prüfaufbau für ortsgespeiste Prüflinge

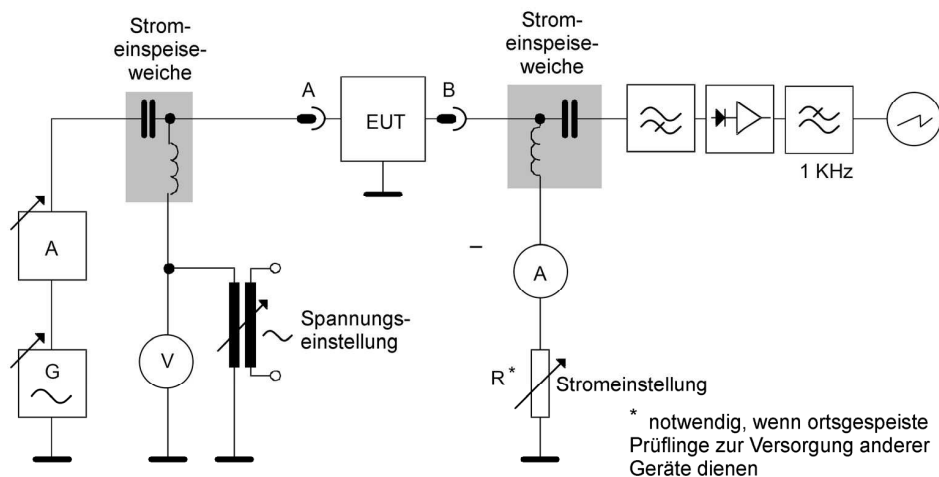


Bild 8 – Prüfaufbau für ferngespeiste Prüflinge

4.3.8.3 Durchführung der Messung

4.3.8.3.1 Kalibrierung des Messaufbaus

Das Bezugssignal wird durch den in Bild 7 und Bild 8 dargestellten HF-Messsender zur Verfügung gestellt. Es wird eine HF-Trägerfrequenz entsprechend dem zu messenden Fernsehkanal gewählt und mit einer Frequenz von 400 Hz und einer Modulationstiefe von 1 % moduliert. Am HF-Messsender wird ein geeigneter Pegel eingestellt und anschließend der Spitze-Spitze-Wert des demodulierten AM-Signals („c“ in Bild 9) vom Oszilloskop abgelesen. Dieses Signal dient als Bezugssignal. Bei einer Modulationstiefe von 1 % beträgt dieser Wert

$$-20 \lg (0,01) = 40 \text{ dB} .$$

Danach ist die Modulation des Messsenders auszuschalten und der in Bild 9 dargestellte Restwert „m“ zu messen.

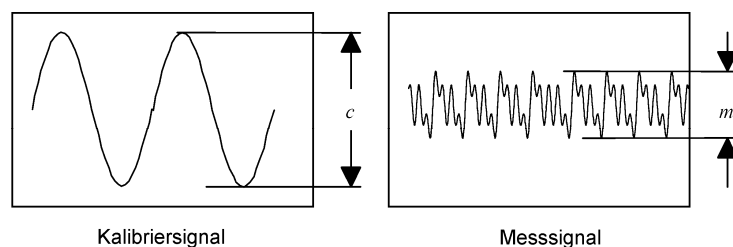


Bild 9 – Oszilloskopanzeige

Die Eignung des Messaufbaus wird überprüft, indem man die beiden Punkte A und B direkt miteinander verbindet und das interne Brummen des Messaufbaus misst. Die Berechnung des Brummodulationsverhältnisses ist in 4.3.8.4 erläutert. Dieser Wert sollte um mindestens 10 dB besser sein als der Messwert des Prüflings. Bei Messungen an ortsgespeisten Bauteilen ist zur Eignungsprüfung der Messaufbau nach Bild 7 zu verwenden. Anschließend müssen die Messungen in angemessenen Abständen über den gesamten Betriebsfrequenzbereich durchgeführt werden. Der Messwert ist zwar unabhängig vom HF-Pegel, doch sollte dieser mindestens dem Betriebspegel des Prüflings entsprechen.

4.3.8.3.2 Ortsgespeiste Prüflinge

Der Prüfling ist über den Transformator auf die Mindest- oder Höchstbetriebsspannung einzustellen. Der Speisestrom ist abhängig von der Leistungsaufnahme des Prüflings. Der Messsender wird mit dem Bezugssignal

moduliert, und der Pegel wird an Punkt B mit Hilfe eines Dämpfungsglieds so eingestellt, dass weder der Prüfling übersteuert noch der Detektor in einem unzulässigen Pegelbereich betrieben wird. Die Spitze-Spitze-Amplitude „c“ des demodulierten Bezugssignals ist von der Oszilloskopanzeige abzulesen und zu notieren. Anschließend wird das Bezugssignal ausgeschaltet und der Spitze-Spitze-Wert „m“ des Restsignals gemessen.

Bei Prüflingen mit Fernspeiseanschlüssen ist außerdem über den Widerstand R der zulässige Höchststrom für den jeweiligen Anschluss einzustellen.

4.3.8.3.3 Ferngespeiste Prüflinge

Bei ferngespeisten Prüflingen ist grundsätzlich die gleiche Vorgehensweise wie in den vorangehenden Abschnitten zu „Orts gespeiste Prüflinge“ beschrieben erforderlich. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Stromversorgung dem Gerät über einen HF-Anschluss zugeführt wird. Falls mehrere HF-Schnittstellen für die Fernspeisung verfügbar sind, muss jeder dieser Anschlüsse in geeigneter Weise in die Messung einbezogen werden.

4.3.8.4 Berechnung des Brummodulationsverhältnisses

4.3.8.4.1 Frequenzbereich

Der für das Netzbrummen relevante Frequenzbereich liegt zwischen 50 Hz und 1 kHz.

4.3.8.4.2 Einzelnes Messobjekt

$$\text{Brummodulationsverhältnis}_{[\text{Prüfling}]} = 40 \text{ dB} + 20 \lg \left(\frac{c}{m} \right) [\text{dB}] \text{ bei } 1 \% \text{ Bezugsmodulationstiefe.}$$

Falls eine andere Modulationstiefe als Bezug gewählt wird, ist der Wert 40 dB durch das Ergebnis des folgenden Ausdrucks zu ersetzen: $-20 \lg (\text{Modulationstiefe})$.

4.3.8.4.3 Hintereinandergeschaltete Prüflinge

Bei hohen Brummodulationsverhältnissen kann es sich als nützlich erweisen, mehrere Prüflinge hintereinander zu schalten, um die Ermittlung der Messwerte zu erleichtern. In diesem Fall ist zur Berechnung der Einzelobjekte die folgende Gleichung zu verwenden:

$$\text{Brummodulationsverhältnis}_{[\text{Prüfling}]} = \text{Brummodulationsverhältnis}_{[\text{Kaskade}]} + 20 \lg n [\text{dB}].$$

Dabei ist

n die Anzahl der hintereinander geschalteten Prüflinge.

4.3.8.4.4 Korrekturwert für Messaufbau-Kalibrierung

Falls eine Korrektur der Kalibrierung des Messaufbaus erforderlich wird, ist die folgende Gleichung zu verwenden:

$$\text{Brummodulationsverhältnis}_{[\text{Prüfling}]} = -20 \lg \left(10^{\frac{\text{Messwert}}{20}} - 10^{\frac{\text{Kalibrierkorrektur}}{20}} \right) [\text{dB}]$$

4.4 Sprungcharakteristik von automatischen Verstärkungs- und Schräglagenreglern

Werden in Kabelnetzen Breitbandverstärker mit automatischen Verstärkungs- und Schräglagenreglern eingesetzt, so ist die sorgfältige Wahl der Regelzeitkonstanten von großer Bedeutung, um Instabilitäten bei der

Kaskadierung von Verstärkern zu vermeiden. Darüber hinaus bringt die richtige Wahl der Regelzeitkonstanten Vorteile bei Messungen mit CATV-Systemanalysatoren mit sich.

Die Regelzeitkonstante T_c ist diejenige Zeit, in der die Auswirkung eines Pegelsprungs am Verstärkereingang ausgangsseitig auf 50 % der Sprungänderung reduziert wird.

ANMERKUNG Dabei wird vorausgesetzt, dass die Regelkurve einer Exponentialfunktion folgt. Im Gegensatz zur normalen Definition einer Zeitkonstanten wurde der Wert 50 % gewählt, weil dieser auf der Anzeige eines Spektrumanalysators leichter ablesbar ist (siehe Bild 10).

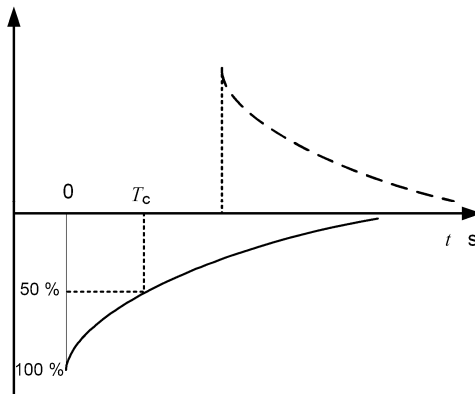


Bild 10 – Zeitkonstante T_c

Das folgende Messverfahren ist bei Geräten mit Pilotregelung anzuwenden.

4.4.1 Erforderliche Messgeräte

Die folgenden Geräte sind erforderlich:

- zwei Pilotfrequenzgeneratoren (oder nur einer, wenn nur eine Pilotfrequenz verwendet wird);
- eine Weiche für die beiden Pilotfrequenzgeneratoren;
- ein schaltbares Dämpfungsglied;
- zwei Drehschalter (unterbrechungsfrei);
- zwei Kabel mit einer Dämpfung von 2 dB bei der höchsten Frequenz des Verstärkerfrequenzbereichs;
- ein Spektrumanalysator mit Bildspeicher.

4.4.2 Messanordnung

Die Geräte sind, wie in Bild 11 gezeigt, anzuschließen.

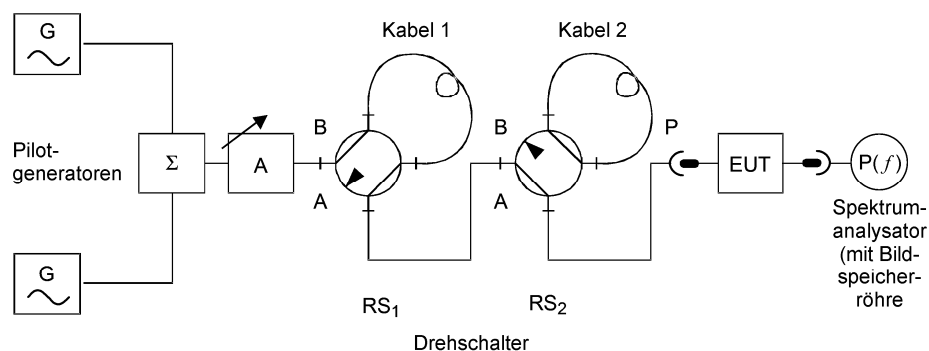


Bild 11 – Messung der AGC-Sprungcharakteristik

4.4.3 Durchführung der Messung

Die Messung umfasst die folgenden Schritte:

- a) die Drehschalter RS_1 und RS_2 in Stellung B schalten (keine Durchschaltung auf Kabel) und prüfen, ob die Pilotsignale am Punkt P mit dem gleichen Pegel anstehen und die Eingangspegel im normalen Betriebsbereich des Prüflings liegen;
- b) den Drehschalter RS_1 in Stellung A schalten (Kabel 1 eingeschleift) und den Prüfling anschließen; Mit einem 2-dB-Steckentzerrer (oder einem zusätzlichen 2-dB-Kabelentzerrer vor dem zu prüfenden Gerät) müssen die Pilotsignale an der ersten Stufe des Verstärkers den gleichen Pegel aufweisen.
- c) den Prüfling auf automatische Verstärkungsregelung schalten; Die beiden Pilotfrequenzen sollten auf dem Spektrumanalysator mit normalem Pegel anstehen.
- d) mit folgenden Einstellungen am Spektrumanalysator auf die obere Pilotfrequenz abstimmen:

Frequenzspanne	0 MHz;
ZF-Bandbreite	3 MHz;
Ablaufzeit	0,5 s/Teilung;
Vertikale Auflösung	1 dB/Teilung
- e) kurz nach Starten des Suchlaufs am Spektrumanalysator den Drehschalter RS_2 in Stellung A schalten (negative Stufe). Die Regelzeitkonstante T_C ist nach Bild 10 zu messen.
- f) diese Vorgehensweise mit den Drehschaltern in denselben Ausgangspositionen wiederholen (RS_1 auf A, RS_2 auf B) und RS_1 auf Stellung B schalten (keine Durchschaltung auf Kabel 1, ergibt positive Stufe).
- g) diese Verfahrensweise für die untere Pilotfrequenz wiederholen.

4.5 Rauschmaß

4.5.1 Einführung

Üblicherweise wird das Rauschmaß mit einem für den erforderlichen Frequenzbereich geeigneten, kalibrierten Rauschgenerator oder, als einfachere Lösung, mit einem automatischen Rauschmessgerät unter Zuhilfenahme einer Funkelrauschquelle gemessen.

In den folgenden Abschnitten wird ein „Zwei-Leistungs-Messverfahren“ mit einem kalibrierten Rauschgenerator beschrieben.

4.5.2 Erforderliche Messgeräte

Die folgenden Geräte sind erforderlich:

- a) ein Rauschgenerator (Funkelrauschquelle) mit Eignung für den betreffenden Frequenzbereich und Kalibrierung in dB oder kT_0 ;
- b) ein 3-dB-Dämpfungsglied;
- c) ein frequenzselektives Leistungsmessgerät (Spannungsmessgerät).

4.5.3 Messanordnung

Die Geräte sind, wie in Bild 12 gezeigt, anzuschließen. Die Verbindung zwischen Rauschgenerator und Prüfling sollte kurz sein. Die Impedanz aller Geräte sollte 75 Ω betragen.

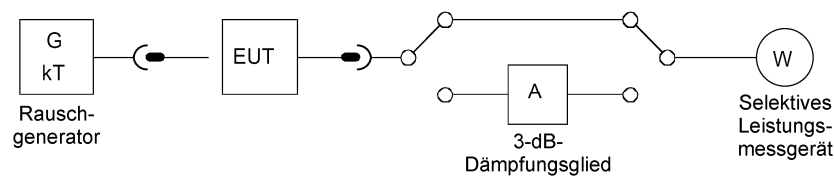


Bild 12 – Messung des Rauschmaßes

4.5.4 Durchführung der Messung

Die Messung umfasst die folgenden Schritte:

- auf dem Leistungsmessgerät einen geeigneten Bezugswert bei der gewünschten Frequenz einstellen ohne das 3-dB-Dämpfungsglied und zusätzliches Rauschen am Eingang des Prüflings (Rauschgenerator abgeschaltet); Der gemessene Rauschpegel sollte mindestens 10 dB höher sein als die Anzeige des Leistungsmessgerätes, wenn dessen Eingang mit $75\ \Omega$ abgeschlossen ist. Die Bandbreite des Leistungsmessgerätes sollte so eingestellt werden, dass sich eine stabile Anzeige ergibt;
- das 3-dB-Dämpfungsglied einfügen und den Ausgangspegel des Rauschgenerators so weit erhöhen, bis die Anzeige des Leistungsmessgerätes auf den ursprünglichen Bezugspegel zurückkehrt;
- das Rauschmaß vom Rauschgenerator ablesen;
- die Schritte a) bis c) bei verschiedenen Frequenzen im Band wiederholen; Der schlechteste Wert ist anzugeben.

4.6 Übersprechdämpfung

4.6.1 Übersprechdämpfung bei Durchschleifanschlüssen

Jeder Durchschleifanschluss entspricht einem Eingangsanschluss. Bedingt durch Übersprechen werden von einem Durchschleifanschluss eines Mehrfachumschalters neben dem entsprechenden Eingangssignal Störsignale von anderen Eingangsanschlüssen übertragen. Daher ist die Übersprechdämpfung zwischen Eingangsanschlüssen ein wichtiger Parameter.

4.6.1.1 Erforderliches Messgerät

Es wird ein Netzwerkanalysator benötigt.

4.6.1.2 Durchführung der Messung über den Satelliten-ZF-Betriebsfrequenzbereich

Die Messung umfasst die folgenden Schritte:

- den Messeingang (en: Reflection Port) des Netzwerkanalysators an den Eingang 1 des Mehrfachumschalters anschließen (siehe Bild 13);
- den Durchschleifanschluss 1 des Mehrfachumschalters an den Sendeanschluss des Netzwerkanalysators anschließen; Durchschleifanschluss 1 entspricht Eingang 1;
- alle nicht verwendeten Anschlüsse abschließen;
- die Dämpfung zwischen Eingang 1 und Durchschleifanschluss 1 messen, wobei a_1 der Dämpfung über dem Betriebsfrequenzbereich in Dezibel entspricht;
- den Messeingang des Netzwerkanalysators an einen anderen Eingang des Mehrfachumschalters anschließen, z. B. Eingang 2;
- alle nicht verwendeten Anschlüsse abschließen;
- die Dämpfung zwischen Eingang 2 und Durchschleifanschluss 1 messen, wobei a_2 der Dämpfung über den Betriebsfrequenzbereich in Dezibel entspricht.

Der schlechteste Wert der in Dezibel gemessenen Übersprechdämpfung entspricht dem Mindestwert von $a_2 - a_1$ über den Satelliten-ZF-Betriebsfrequenzbereich.

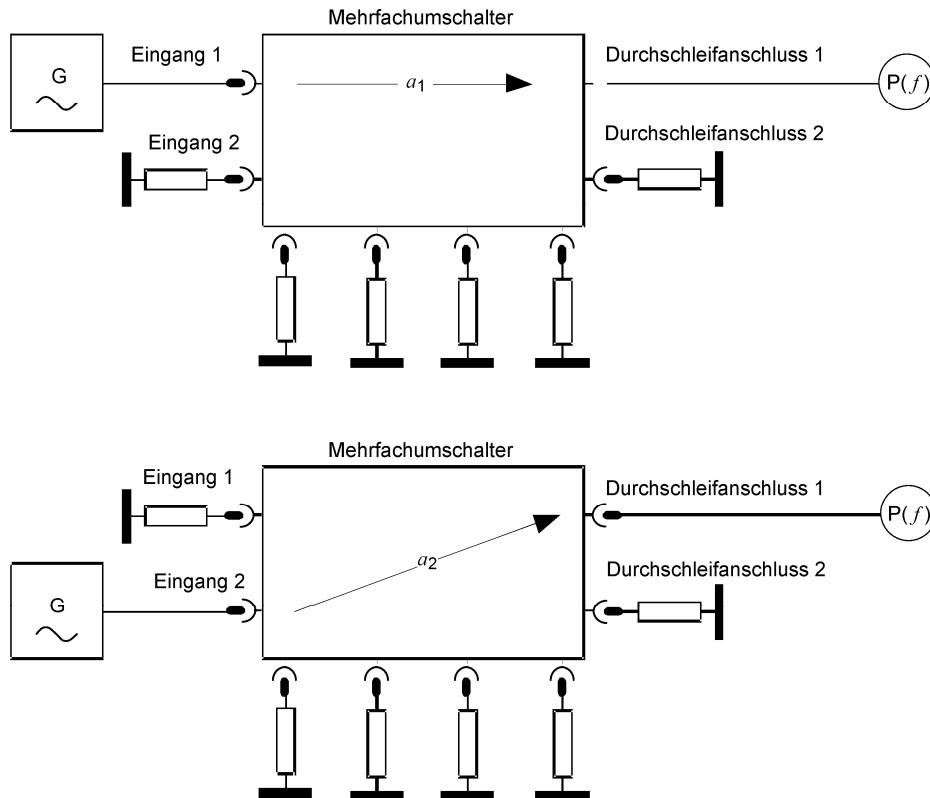


Bild 13 – Messung der Übersprechdämpfung bei Durchschleifanschlüssen von Mehrfachumschaltern

4.6.2 Übersprechdämpfung bei Ausgängen

Bedingt durch Übersprechen werden über den Ausgang eines Mehrfachumschalters, neben dem gewählten Eingangssignal, Störsignale von anderen Eingangsanschlüssen übertragen. Daher ist die Übersprechdämpfung zwischen Eingängen ein wichtiger Parameter.

Zusätzlich zu der elektromagnetischen Kopplung zwischen Kabelleitungen sind unerwünschte Signale am Ausgang auf die ungenügende Entkopplungsfähigkeit der Schalter zurückzuführen. Die Übersprechdämpfung an Ausgängen ist die Kombination aus beiden Effekten.

4.6.2.1 Erforderliche Messgeräte

Die folgenden Geräte sind erforderlich:

- a) Netzwerkanalysator;
- b) Stromeinspeiseweiche (siehe Abschnitt 4);
- c) Standard-Satellitenempfänger.

4.6.2.2 Durchführung der Messung über den Satelliten-ZF-Betriebsfrequenzbereich

Die Messung umfasst die folgenden Schritte:

- a) den Ausgang des Mehrfachumschalters an den HF- und Gleichstromanschluss der Stromeinspeiseweiche anschließen;

- b) den HF-Anschluss der Stromeinspeiseweiche an den Sendeanschluss des Netzwerkanalysators anschließen;
- c) den Gleichstromanschluss der Stromeinspeiseweiche an den Satellitenempfänger anschließen;
- d) den Satellitenempfänger so einstellen, dass Steuersignale erzeugt werden, die den Eingang 1 des Mehrfachumschalters auswählen;
- e) den Messeingang des Netzwerkanalysators an den Eingang 1 des Mehrfachumschalters anschließen;
- f) alle nicht verwendeten Anschlüsse abschließen;
- g) die Dämpfung zwischen dem gewählten Eingang 1 und dem Ausgang messen, wobei a_1 der Dämpfung über dem Betriebsfrequenzbereich in Dezibel entspricht;
- h) den Messeingang des Netzwerkanalysators an einen anderen Eingang des Mehrfachumschalters anschließen, z. B. Eingang 2;
- i) alle nicht verwendeten Anschlüsse abschließen;
- j) die Dämpfung zwischen dem nicht gewählten Eingang 2 und dem Ausgang messen, wobei a_2 der Dämpfung über dem Betriebsfrequenzbereich in Dezibel entspricht.

Der schlechteste Wert der in Dezibel gemessenen Übersprechdämpfung entspricht dem Minimalwert von $a_2 - a_1$ über dem Satelliten-ZF-Betriebsfrequenzbereich.

4.7 Signalpegel für digital modulierte Signale

Das Messverfahren für den Signalpegel von digital modulierten Signalen wird in IEC 60728-1 beschrieben.

4.8 Verfahren zur Messung der Nichtlinearität von Rückkanalgeräten, die nur digital modulierte Signale übertragen [Messung des Intermodulations-/Rausch-Summenstands (*CINR*)]

Nichtlineare Verzerrungen von Geräten, die digitale Kanäle übertragen, können mit verschiedenen Verfahren gemessen werden. Die häufigsten Verfahren sind:

a) Bitfehlerverhältnis (*BER*):

Dieses Verfahren umfasst das Senden von modulierten, pseudozufälligen Bitströmen auf vielen Kanälen zum Belegen des Rückwegbereichs. Das Bitfehlerverhältnis wird über der Änderung des HF-Signalpegels gemessen.

b) „Noise-in-Gap“-Messungen:

Verzerrungen, die durch Rauschen verursacht werden, sind ebenfalls als Rauschen zu betrachten. Verzerrungsrauschen kann gemessen werden, wenn ein kleiner Ausschnitt des Rauschspektrums entfernt wird, bevor das Rauschen in das zu prüfende Gerät gelangt. Als Eingangssignal für das Gerät wird Breitbandrauschen benutzt und ein kleiner Ausschnitt des Rauschspektrums wird entfernt, bevor das Rauschen in das zu prüfende Gerät gelangt. Durch Ändern des eingangsseitigen Rauschpegels wird die Lücke mehr oder weniger mit Verzerrungsrauschen gefüllt. Das Verhältnis zwischen dem ursprünglichen Eingangssignal (Rauschen) und dem Verzerrungsrauschen wird gemessen und aufgezeichnet.

c) Mehrtonmessung:

Bei diesem Verfahren werden zwei Gruppen mit mehr als zehn Dauerstrichtönen am Eingang des Prüflings angeboten. Die Töne in jeder Gruppe sind phasensynchronisiert, um das Verhältnis von Spitzenwert zu Mittelwert des digitalen Kanals zu simulieren. Der Signalpegel wird beim Messen des Verhältnisses zwischen der Gesamtleistung der beiden Dauerstrichtongruppen und der Rausch- und Verzerrungsleistung bei den höheren und niedrigeren Produkten dritter Ordnung verändert.

Aus der Aufzeichnung des Bitfehlerverhältnisses oder der Leistungsverhältnisse über den Signalpegel ergibt sich eine Badewannenkurve. Ist der Signalpegel niedrig, herrscht thermisches Rauschen (oder anderes konstantes Rauschen wie RIN-Rauschen von Lasern) vor. Ist das Signal hoch genug, herrscht Intermodulationsrauschen vor. Alle diese Verfahren können zwischen diesen beiden Effekten nicht unterscheiden, da beide als Rauschen auftreten.