

<p style="text-align: center;">Technische Richtlinie der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten in der Bundesrepublik Deutschland</p>	<p style="text-align: center;">Richtlinie Nr. 3/3</p>
<p style="text-align: center;">Bearbeiter dieses Heftes: AG Hörfunkbetriebsleiter Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik</p>	<p style="text-align: center;">4. Auflage</p>
	<p style="text-align: center;">4 Seiten</p>
	<p style="text-align: center;">Datum: Jan. 2014</p>
<p style="text-align: center;">Audiokabel und -leitungen</p>	

Schutzrechte - Hinweis:

Es kann nicht gewährleistet werden, dass alle in dieser Richtlinie enthaltenen Forderungen, Vorschriften, Richtlinien, Spezifikationen und Normen frei von Schutzrechten Dritter sind.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Zitierfreiheit des Urheberrechtsgesetzes ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des IRT nicht zulässig.

Inhaltsverzeichnis

1. Kabelaufbau	4
1.1 Der Leiter	4
1.2 Aderisolierung	4
1.3 Verseilung	5
1.4 Schirm	5
1.5 Kabelmantel	5
2. Elektrische Werte	6
3. Prüfverfahren	6

Einleitung

Die Technische Richtlinie Nr. 3/3 hat zwei Aufgaben. Einmal soll es dem Anwender die wichtigsten Kabel- und Leitungsparameter aufzeigen, zum anderen den Hersteller veranlassen, diese Daten in seinen Prospekten und Unterlagen dem Anwender zugänglich zu machen.

Kabel und Leitungen für die Verteilung großer Leistungen und Spannungen, z.B. 100-V-Anlagen, sind nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

Aus der Vielzahl der Vorschriften und Messverfahren werden nachfolgend nur die für den Anwender wichtigsten aufgeführt.

1. Kabelaufbau

Zur Übertragung von Audiosignalen im Hörfunk werden Kabel mit verdrehten Aderpaaren in separaten Abschirmungen (shielded Twisted-Pair-Kabel, STP) verwendet. Sowohl die Verdrehung als auch der elektrisch leitende Schirm bieten den notwendigen Schutz gegenüber äußeren magnetischen Wechselfeldern und elektrostatischen Beeinflussungen. Die Aderpaare werden mit symmetrischen Signalen beaufschlagt, um am fernen Ende der Kabelstrecke die Differenz zwischen den Signalen der beiden Adern bilden zu können und um damit Gleichtaktstörungen bestmöglich unterdrücken zu können.

Der Aufbau von symmetrischen Leitungen für analoge und digitale Signale ist sehr ähnlich. Empfohlen wird daher ein Universalkabel. Für geringe analoge Pegel sollten bei hohen Qualitätsansprüchen und langen Leitungswegen (> 10m) spezielle Mikrofonkabel eingesetzt werden, die elektromagnetische Einstreuungen besser abschirmen.

Mehrere Signalleitungen können mit einem zusätzlichen Mantel und einer zusätzlichen Abschirmung zu einem Multicore-Kabel vereint werden. Signale mit geringem analogen Pegel (Mikrofonsignale) sollten nicht gleichzeitig mit digitalen Signalen innerhalb eines Multicore-Kabels geführt werden.

1.1 Der Leiter

Der Leiterquerschnitt bestimmt den Gleichstromwiderstand und die Dämpfung. Bei Frequenzen über 1MHz wird die Dämpfung von weiteren Widerstandsparametern (Skinneffekt, induktive und kapazitive Widerstände) beeinflusst.

Da die Gesamtdämpfung von der Kabellänge abhängig ist, werden folgende Anwendungsfälle unterschieden:

Für kurze Kabel bis zu 10m Länge, zum Beispiel für Verkabelungen innerhalb eines Gestells oder eines Tisches, soll der Gleichstromwiderstand höchstens $150\text{m}\Omega/\text{m}$ und die Dämpfung bei 10MHz maximal $13,5\text{dB}/100\text{m}$ betragen.

Für Kabel bis zu 50m Länge, zum Beispiel für Verkabelungen innerhalb eines Studiokomplexes, soll der Gleichstromwiderstand höchstens $90\text{m}\Omega/\text{m}$ und die Dämpfung bei 10MHz maximal $7,8\text{dB}/100\text{m}$ betragen.

Für Kabel über 50m Länge, zum Beispiel für Verkabelungen zwischen Gebäudekomplexen, soll der Gleichstromwiderstand höchstens $75\text{m}\Omega/\text{m}$ und die Dämpfung bei 10MHz maximal $5,8\text{dB}/100\text{m}$ betragen.

Ein Draht hat gegenüber Litze geringfügig bessere Eigenschaften, sollte wegen der Bruchgefahr aber nicht direkt mit Steckern konfektioniert werden.

1.2 Aderisolierung

Die Stärke der Aderisolierung wirkt sich auf die Kabelkapazitäten aus. Je dünner die Aderisolierung (und damit der Gesamtquerschnitt der Leitung), umso größer ist die Betriebskapazität. Bei digitalen Kabeln sollte die Betriebskapazität kleiner als $52\text{pF}/\text{m}$ sein. Bei analogen Kabeln sollte die Betriebskapazität kleiner als $80\text{pF}/\text{m}$ sein.

1.3 Verseilung

Die Verseilung (Verdrillung) ist eine wirksame Maßnahme zur Reduktion induktiv eingekoppelter Störspannungen. Das wesentliche Maß bei der Verseilung ist der Drall bzw. die Schlaglänge. Zwei Einzeladern werden zu einem Adernpaar verseilt.

Eine besondere Form der Verseilung ist die Sternverseilung (Sternvierer, Star Quad). Vier Adern werden miteinander verdrillt und bilden dann zwei kreuzförmig verseilte Doppeladern. Zwei gegenüberliegende Adern bilden ein Paar.. Diese Anordnung ist besonders unempfindlich gegenüber induktiven Einkopplungen. Wenn geringe analoge Pegel (Mikrofon) in einer Umgebung mit starken magnetischen Störfeldern übertragen werden sollen, ist der Sternverseilung der Vorzug gegenüber der Paarverseilung zu geben.

Mit der Messung der Unsymmetriedämpfung und des Nebensprechens können die Symmetrieeigenschaften der Verseilung überprüft werden.
Gefordert werden:

Unsymmetriedämpfung bei 15kHz ≥ 60 dB

Nebensprechen bei 15kHz ≥ 100 dB

Nebensprechen bei 10MHz	NEXT	$\geq 50,3$ dB
	ELFEXT	$\geq 43,8$ dB

1.4 Schirm

Um Audiosignale gegen elektromagnetische Störungen von außen zu schützen, ist ein Schirm aus einer Kupferwendel oder einem Kupfergeflecht und einer Aluminiumfolie notwendig. Messtechnisch wird die Schirmwirkung mit der Bestimmung des Kopplungswiderstands erfasst.

Für Mikrofonsignale soll der Kopplungswiderstand kleiner als 10 m Ω /m in einem Frequenzbereich von 0...100kHz sein. In diesem Frequenzbereich entspricht der Kopplungswiderstand in etwa dem Gleichstromwiderstand des Schirms. Es spielt dabei kaum eine Rolle, ob es sich um einen Doppelwendelschirm oder um ein dichtes Kupfergeflecht mit Folie handelt.

Für digitale Signale sollte der Kopplungswiderstand kleiner als 10 m Ω /m bei 10 MHz sein. Dafür ist das Vorhandensein einer Aluminiumfolie zusätzlich zum Wendle- bzw. Geflechschirm notwendig.

Mehrpaarige Kabel sind mit einem Gesamtschirm zu versehen. Die Einzelschirme der Paare müssen von diesem Schirm isoliert aufgebaut sein.

1.5 Kabelmantel

Ein Mantel aus PVC ist sehr flexibel aber nicht halogenfrei und nicht flammwidrig. Ein Kabel mit PVC Mantel kommt nur als Mikrofon- oder Geräteanschlusskabel in Frage. FRNC-Mäntel sind halogenfrei und flammwidrig, aber etwas steifer. Installationskabel müssen aus Brandschutzgründen FRNC-Mäntel haben. PUR-Mäntel sind auch bei tiefsten Temperaturen noch einigermaßen flexibel und sind daher für die Außenübertragung geeignet.

2. Elektrische Werte

Kabellänge	$\leq 10\text{m}$	$\leq 50\text{m}$	$\geq 50\text{m}$
Gleichstromwiderstand	$\leq 150\text{m}\Omega/\text{m}$	$\leq 90\text{m}\Omega/\text{m}$	$\leq 75\text{m}\Omega/\text{m}$
Spannungsfestigkeit Aderprüfung	$\geq 250\text{V}$	$\geq 250\text{V}$	$\geq 250\text{V}$
Spannungsfestigkeit Schirmprüfung	$\geq 500\text{V}$	$\geq 500\text{V}$	$\geq 500\text{V}$
Isolationswiderstand	$\geq 1\text{G}\Omega\text{xkm}$	$\geq 1\text{G}\Omega\text{xkm}$	$\geq 1\text{G}\Omega\text{xkm}$
Betriebskapazität	$\leq 52\text{pF}/\text{m}$	$\leq 52\text{pF}/\text{m}$	$\leq 52\text{pF}/\text{m}$
Kopplungswiderstand bei $f=0\dots 100\text{kHz}$	$\leq 10\text{m}\Omega/\text{m}$	$\leq 10\text{m}\Omega/\text{m}$	$\leq 10\text{m}\Omega/\text{m}$
Kopplungswiderstand bei $f=10\text{MHz}$	$\leq 10\text{m}\Omega/\text{m}$	$\leq 10\text{m}\Omega/\text{m}$	$\leq 10\text{m}\Omega/\text{m}$
Dämpfung bei $f=10\text{MHz}$	$\leq 13,5\text{dB}/100\text{m}$	$\leq 7,8\text{dB}/100\text{m}$	$\leq 5,8\text{dB}/100\text{m}$
Unsymmetriedämpfung bei $f=15\text{kHz}$	$\geq 60\text{dB}$	$\geq 60\text{dB}$	$\geq 60\text{dB}$
Nebensprechen bei $f = 15\text{kHz}$	$\geq 100\text{dB}$	$\geq 100\text{dB}$	$\geq 100\text{dB}$
Nebensprechen bei $f=10\text{MHz}$ NEXT	$\geq 50,3\text{dB}$	$\geq 50,3\text{dB}$	$\geq 50,3\text{dB}$
ELFEXT	$\geq 43,8\text{dB}$	$\geq 43,8\text{dB}$	$\geq 43,8\text{dB}$
Wellenwiderstand	$110\Omega \pm 15\%$	$110\Omega \pm 15\%$	$110\Omega \pm 15\%$

3. Prüfverfahren

Die Reihe des Teils 1 der Europäischen Norm EN 50289 legt die elektrischen Prüfverfahren für Kabel fest, welche in analogen und digitalen Kommunikationssystemen eingesetzt werden.

- Teil 1-1 Allgemeine Anforderungen
- Teil 1-2 Gleichstromwiderstand
- Teil 1-3 Spannungsfestigkeit des Dielektrikums
- Teil 1-4 Isolationswiderstand
- Teil 1-5 Kapazität
- Teil 1-6 Elektromagnetisches Verhalten
- Teil 1-8 Dämpfung
- Teil 1-9 Unsymmetriedämpfung
- Teil 1-10 Nebensprechen
- Teil 1-11 Wellenwiderstand, Eingangswiderstand, Rückflussdämpfung