

## Brandverhalten von Kommunikationskabeln



- Bündeltest nach EN 50266-1 bzw. IEC 60332-3-10

Bernhard Mund, *bedea* Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

1-1

## Bündeltest nach EN 50266-1 bzw. IEC 60332-3-10



VDE Prüf- und Zertifizierungsstelle Offenbach, Fotos: *bmund*

Bernhard Mund, *bedea* Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

1-2

## Brandverhalten von Kommunikationskabeln

- Autor: Bernhard Mund,
  - ◆ *Rundfunk&Fernsehtechniker, Radio Brand Marburg, 1971*
  - ◆ *Dipl.-Ing. Nachrichten- & Mikroprozessortechnik, FH Giessen, 1984*
- *bedea* Berkenhoff&Drebes GmbH, Asslar, *Mitarbeiter seit 1985*
  - ◆ *bedea* Hersteller von Kommunikationskabeln, (CATV-Kabel)
- Zuständigkeiten:
  - ◆ Leiter Entwicklung sowie HF- und EMV-Messungen,
  - ◆ **Normung:**
  - ◆ Obmann des VDE/DKE UK 412.3, Koaxialkabel,
  - ◆ Sekretär des IEC SC 46A, Coaxial cables
  - ◆ Sekretär des CENELEC SC 46XA, Coaxial cables

## Übersicht

- Allgemeines
  - ◆ Definitionen, Brandlast, LOI
  - ◆ Konstruktion
- Richtlinien und Vorschriften
  - ◆ MLAR
  - ◆ Bauprodukten-Richtlinie CPD
  - ◆ Vorbeugender Brandschutz bei Schienenfahrzeugen, DIN 5510-2
- Normen
  - ◆ Prüfung des Brandverhaltens an Kommunikationskabeln
- Diskussion

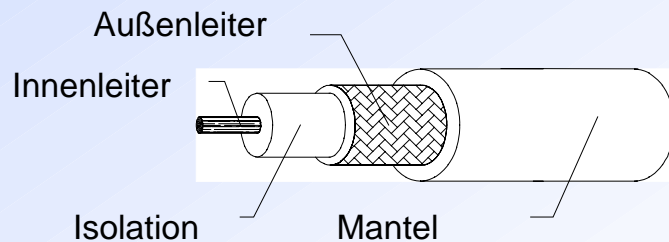
## Abkürzungen für flammwidrige Kabel

- **FR, Flame Retardant**
  - ◆ flammwidrig, (verzögerte Brandweiterleitung, selbstverlöschend)
- **NC, Non Corrosive**
  - ◆ keine korrosiven Bestandteile, (Säuren)
- **LS, Low Smoke**
  - ◆ geringe Rauchentwicklung
- **OH, bzw. ZH, No Halogen bzw. Zero Halogen**
  - ◆ Kabel mit halogenfreiem Material
- allerdings sind diese Kürzel nicht geschützt und stellen keine “zugesicherte Eigenschaft” dar

## Brandlast und LOI

- **Brandlast**
  - ◆ die Energie, die bei der Verbrennung des Kabels entsteht, in **kWh/m** oder in **MJ/m**
    - Brandlast = spezifische Verbrennungswärme x Gewicht
- **Sauerstoffindex, LOI (Lower Oxygen Index)**
  - ◆ Anteil Sauerstoff an, bei dem eine entzündete Werkstoffprobe gerade noch weiterbrennt. Luft = 21% Sauerstoff
  - ◆ der LOI lässt Rückschlüsse auf das Kabel im Brandfall nur sehr bedingt zu,
    - da das Brandverhalten vorwiegend durch die Konstruktion der Kabel bestimmt wird

## Konstruktion von HF-Koaxialkabeln



- **Innenleiter:**
  - ◆ Kupfer (oder Aluminium), nicht (bzw. schwer) brennbar
- **Isolation: gute dielektrische Eigenschaften bis in den GHz Bereich !**
  - ◆ Polyethylen (PE) oder CELL-PE, gut brennbar, (selten Polypropylen, PP)
  - ◆ oder Flourwerkstoffe, z.B. FEP, (Zersetzung ab ca. 400 °C, halogenhaltig)
- **Außenleiter:**
  - ◆ Cu-Geflecht + AL oder CU Folie, nicht brennbar,
  - ◆ Trägermaterial der Folie PP oder PET, brennbar aber halogenfrei,
- **Mantel:** verschiedene nicht brennbare und halogenfreie Werkstoffe

## Flammwidrige Mantelmaterialien

- Bei flammwidrig ausgestatteten Kabeln kommt vorwiegend Polyethylen als Mantelmaterial zum Einsatz, welches durch verschiedene Zusatzstoffe, z.B. **Kreide, Aluminiumhydroxyd (ATH)**, oder **Magnesiumhydroxyd** flammwidrig ausgestattet wurde.
  - ◆ **LOI** ca. 28 bis ca. 50, (18 bei Standard PE)
- Wirkungsweise:
  - ◆ **Kreide** verringert lediglich das brennbare Material, bildet im Brandfall Asche, die den Luftzutritt zum brennbaren Material verhindert.
  - ◆ **Aluminium- und Magnesiumhydroxyd** spalten ab ca. 150 °C Wasser ab; damit wird dem Brand Wärmeenergie entzogen und führt damit zum schnelleren Verlöschen des Brandes.
  - ◆ **Verschlechterung** der mechanischen Eigenschaften, wie z.B. Dehnung und Abriebfestigkeit

## Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie, MLAR

- Für öffentliche Gebäude gilt die Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen, (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie, **MLAR**)
  - ◆ herausgegeben durch die Fachkommission Bauaufsicht der [Bauministerkonferenz](#) im November 2005
  - ◆ Veröffentlichung der MLAR durch das **Das Deutsche Institut für Bautechnik, (DIBt)**, in Berlin, in den DIBt-Mitteilungen Nr. 4, August 2006, Erscheinungsdatum 04.08.2006.
  - ◆ Die MLAR ist als [Empfehlung](#) zunächst unverbindlich, wird aber von den einzelnen [Bundesländern](#) in das [Landesbaurecht](#) umgesetzt
- **Funktionserhalt** der Kabel, wie nach Absatz 2.2 der MLAR bzw. DIN 4102-1 gefordert, ist für Kommunikationskabel nicht möglich.

## Bauprodukten-Richtlinie, CPD

- [Bauproduktenrichtlinie \(89/106/EWG\)](#), Construction Product directive, CPD
  - ◆ Im Rahmen der EU arbeitet das Standing Committee of Construction Products, **SCC**, an dem Mandat für Kabel unter der CPD.
  - ◆ Das Mandat für Kabel unter der CPD-Richtlinie wurde von der EU allerdings bisher noch nicht erteilt, (sondern wegen formeller Fragen verschoben)
  - ◆ Zunächst soll die Frage geklärt werden, ob Kabel unter die **CPD** oder unter die **LVD** (Low Voltage Directive bzw. Gleichspannungsrichtlinie) fallen. (Politik ???)
  - ◆ Im Rahmen des SCC wurde die nachfolgende Tabelle "Classes of reaction to fire performance of cables" bzw. erstellt, in der die Kabel nach ihrem Brandverhalten eingestuft sind, (Tabelle der [Brandklassen](#) s. Anlage).
  - ◆ Kommunikationskabel können am ehesten in die Klassen  $D_{ca}$  und  $E_{ca}$  eingestuft werden.
- Es wird allerdings noch ca. 5 Jahre dauern, bis diese Tabelle in nationales Recht oder in nationale Richtlinien umgesetzt ist.

## Vorbeugender Brandschutz bei Schienenfahrzeugen, DIN 5510-2

Vorbeugender Brandschutz in Schienenfahrzeugen, DIN 5510-2, Tabelle 6 <sup>1)</sup>				
Nachweispflichtige Fahrzeugteile	Brandschutzstufe nach DIN 5510-1	Prüfnorm	Anforderung	Bemerkung
Kabel und Leitungen, LWL-Kabel, Datenbus-leitungen	1 bis 4	DIN EN 50265-2-1 (VDE 0482 Teil 265-2-1) (1999)	Bei Aderleitungen und Kabeln gilt die Prüfung als bestanden, wenn der Abstand zwischen dem unteren Ende der oberen Befestigung und dem Beginn der Verkohlungs mehr als 50 mm beträgt. Dehnt sich die Flamme um mehr als 540 mm vom unteren Ende der oberen Befestigung nach unten aus, so muss dies als Fehler bezeichnet werden. Wird ein Ausfall aufgezeichnet, so sind zwei weitere Prüfungen durchzuführen. werden beide Prüfungen bestanden, so gilt die Prüfung der einzelnen Ader oder des Kabels als bestanden.	Prüfung nach DIN EN 50265-2-2 (VDE 0482 Teil 265-2-2) für die Prüfung dünner LWL-Kabel oder Einzeladern und Kabel von weniger als 0,5 mm <sup>2</sup> , wenn der Leiter bei Prüfung nach DIN EN 50265-2-1 (VDE 0482 Teil 265-2-1) vor Abschluss der Prüfung bricht oder schmilzt.
Kabel und Leitungen (ohne LWL-Kabel, Datenbus-leitungen)	2 bis 4	DIN EN 50266-2-4 (VDE 0482 Teil 266-2-4)	Die größte Ausdehnung des verrosteten Teils, gemessen an der Probe, darf nicht mehr als eine Höhe von 2,5 m, bezogen auf die untere Kante des Brenners, erreicht haben.	für Kabeldurchmesser ≥ 12 mm, Prüftart C, Prüfung an Referenzquerschnitten nach EN 50306-1a und prEN 50264-1 möglich.
		DIN EN 50266-2-5 (VDE 0482 Teil 266-2-5)		für Kabeldurchmesser ≤ 12 mm, Prüftart D Prüfung an Referenzquerschnitten nach EN 50306-1 <sup>a)</sup> und prEN 50264-1 möglich.
Kabel und Leitungen	2 bis 4	DIN EN 50268-2 (VDE 0482 Teil 268-2)	Der kleinste Wert der Lichtdurchlässigkeit darf nicht kleiner als 60 % sein.	Fahrzeugübergangskabel im Außenbereich sind hiervon ausgenommen

## Brandschutz-Stufen nach DIN 5510-1

Brandschutzstufe	MERKMALE <sup>2)</sup>	
1	Ein Personenfahrzeug ist hier einzuordnen, wenn das Brandrisiko nicht maßgeblich durch den Einsatz auf unterirdischen Streckenabschnitten bestimmt wird.	1 kW Brenner
2	Ein Personenfahrzeug ist hier einzuordnen, wenn das Brandrisiko maßgeblich durch den Einsatz auf unterirdischen Streckenabschnitten bestimmt wird und der Abstand zwischen Nothalteplätzen über 2000 m beträgt.	nicht vorhanden
3	Ein Personenfahrzeug ist hier einzuordnen, wenn das Brandrisiko maßgeblich durch den Einsatz auf unterirdischen Streckenabschnitten bestimmt wird und der Haltestellenabstand im unterirdischen Streckenbereich bis 2000 m beträgt zwischen Nothalteplätzen über 2000 m beträgt.	nicht vorhanden
4	Ein Personenfahrzeug ist hier einzuordnen, wenn das Brandrisiko maßgeblich durch den Einsatz auf Strecken ohne Sicherheitsraum bestimmt wird.	1 kW Brenner, Bündeltest und Rauchdichte

<sup>1)</sup> entnommen aus der Norm DIN 5510-2:2003

<sup>2)</sup> entnommen aus der Norm DIN 5510-1

## Normen für Brandprüfungen an Kommunikationskabeln

DIN EN	IEC	Kurzbeschreibung
<b>Prüfungen am Einzelkabel</b>		
DIN EN 60332-1-1 (2005) (VDE 0482-332-1-1)	IEC 60332-1-1 (2004)	Prüfung der <b>vertikalen Flammenausbreitung</b> an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem Kabel, <b>&gt; 0,5mm<sup>2</sup></b> . <b>Prüfgerät</b>
DIN EN 60332-1-2 (VDE 0482-332-1-2)	IEC 60332-1-2	Prüfverfahren mit <b>1-kW-Flamme</b> mit Gas/Luft-Gemisch
DIN EN 60332-1-3 (VDE 0482-332-1-3)	IEC 60332-1-3	Prüfverfahren zur Bewertung brennender Tropfen/Teile
DIN EN 60332-2-1 (2005) (VDE 0482-332-2-1)	IEC 60332-2-1 (2004)	Prüfung der <b>vertikalen Flammenausbreitung</b> an einer kleinen Ader, einer kleinen isolierten Leitung oder einem kleinen Kabel, <b>&lt; 0,5mm<sup>2</sup></b> . <b>Prüfgerät</b>
DIN EN 60332-2-2 (VDE 0482-332-1-2)	IEC 60332-2-2	Prüfverfahren mit <b>leuchtender Flamme</b>
<b>Prüfungen am Bündel</b>		
DIN EN 50266-1 (2001)	IEC 60332-3-10 (2000)	Prüfung der <b>vertikalen Flammausbreitung</b> von vertikal angeordneten Bündeln von Kabeln und Leitungen. <b>Prüfvorrichtung</b>
DIN EN 50266-2-1 (VDE 0482-266-2-1)	IEC 60332-3-21	Prüfart A F/R, Nur für Starkstromkabel mit Querschnitt > 35mm <sup>2</sup> . Testdauer 40 min.
DIN EN 50266-2-2 (VDE 0482-266-2-2)	IEC 60332-3-22	Prüfart A, Volumen des nicht-metallischen Materials 7L/m. Testdauer 40 min.
DIN EN 50266-2-3 (VDE 0482-266-2-3)	IEC 60332-3-23	Prüfart B, Volumen des nicht-metallischen Materials 3,5L/m. Testdauer 40 min.
DIN EN 50266-2-4 (VDE 0482-266-2-4)	IEC 60332-3-24	Prüfart C, Volumen des nicht-metallischen Materials 1,5L/m. Testdauer 20 min.
DIN EN 50266-2-5 (VDE 0482-266-2-5)	IEC 60332-3-25	Prüfart D, Volumen des nicht-metallischen Materials 0,5L/m, <12mm, Testdauer 20min.
DIN VDE 0472-814 (1991)		Isolationserhalt bei Flammeinwirkung

Bernhard Mund, *bedea* Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

1- 13

## Rauchgasdichte, LOI, Korrosivität

<b>Rauchgasdichte</b>		
DIN EN 50268-1 (2000) (VDE 0482-268-1)		Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen. <b>Prüfeinrichtung</b>
DIN EN 50268-2 (2000) (VDE 0482-268-2)		Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen. <b>Prüfverfahren</b>
DIN EN 61034-1 (2006) (VDE 0482-1034-1)	IEC 61034-1 (2005)	Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen - <b>Teil 1: Prüfeinrichtung</b>
DIN EN 61034-2 (2006) (VDE 0482-1034-2)	IEC 61034-2 (2005)	Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen - <b>Teil 2: Prüfverfahren und Anforderungen</b>
<b>Korrosivität (Halogengehalt) und Leitfähigkeit</b>		
	IEC 60754-1 (1994)	Halogengehalt
	IEC 60754-2 (1991)	Korrosivität von Brandgasen, Leitfähigkeit
DIN EN 50267-1 (1999)		Prüfung der bei der Verbrennung von Kabeln und isolierten Leitungen entstehenden Gase. <b>Prüfgerät</b>
DIN EN 50267-2-1 (1999)		Bestimmung des Gehaltes an Halogenwasserstoffsäure
DIN EN 50267-2-2 (1999)		Bestimmung des Grades der Azidität von Gasen. pH-Wert und Leitfähigkeit
DIN EN 50267-2-3 (1999)		Bestimmung des Grades der Azidität von Gasen. Mittelwert von pH-Wert und Leitfähigkeit <span style="float: right;">Gewichteter</span>
<b>Sauerstoffindex (LOI):</b>		
DIN EN ISO 4589-1 (1999)		Bestimmung des Brennverhaltens durch den Sauerstoffindex, <b>Anleitung</b> <span style="float: right;"><b>Teil 1:</b></span>
DIN EN ISO 4589-2 (1999/2005)		Bestimmung des Brennverhaltens durch den Sauerstoffindex, <b>bei Umgebungstemperatur</b> <span style="float: right;"><b>Teil 2: Prüfung</b></span>
DIN EN ISO 4589-3 (1999/2005)		Bestimmung des Brennverhaltens durch den Sauerstoffindex, <b>bei erhöhter Temperatur</b> <span style="float: right;"><b>Teil 3: Prüfung</b></span>

Bernhard Mund, *bedea* Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

1- 14

## flammwidrige *bedea*-Kabel nach DIN EN 60332-1-2

Artikel-Nr.	Bezeichnung	Isolation	Mantel	Folie	OB (%)
<b>CATV-Kabel</b>					
2843	TELASS 40	Cell-PE	FRNC	AL/PP/AL	47
	TELASS 55 < in Vorbereitung >	Cell-PE	FRNC	AL/PP/AL	
	TELASS 70 < in Vorbereitung >	Cell-PE	FRNC	AL/PP/AL	
2984	TELASS 80	Cell-PE	FRNC	AL/PP/AL	31
1340	TELASS 2000 ( TELASS 100)	Cell-PE	FRNC	AL/PP/AL	34
1341	TELASS 2001 (TELASS 0,7/4,5s (CH))	Voll-PE	FRNC	AL/PP/AL	81
2315	TELASS 2002 (TELASS 110)	Cell-PE	FRNC	AL/PP/AL	77
	TELASS 160 < in Vorbereitung >	Cell-PE	FRNC	AL/PP/AL	
<b>BK-Kabel</b>					
1326	BK 1nKx (2,2/8,8)	PE / Luft	FRNC	Cu-Rohr	
1514	BK 1qKx (3,3/13,5)	PE / Luft	FRNC	Cu-Rohr	
2323	BK 1sKx (4,9/129,4)	PE / Luft	FRNC	Cu-Rohr	

## flammwidrige *bedea*-Kabel nach DIN EN 60332-1-2

Artikel-Nr.	Bezeichnung	Isolation	Mantel	Folie	OB (%)
<b>RG-Kabel</b>					
2560	RG 11	Voll-PE	FRNC		96
	RG 58 < in Vorbereitung >	Voll-PE	FRNC		
	RG 59 < in Vorbereitung >	Voll-PE	FRNC		
1106	RG 62	PE-Rohr	FRNC		93
1363	RG 213	Voll-PE	FRNC		94
2368	RG 214	Voll-PE	FRNC	--	95 / 98
	RG 223 < in Vorbereitung >	Voll-PE	FRNC		
<b>Video - / RGB-Monitor-Kabel</b>					
	Video 0,37/1,5 < in Vorbereitung >	Cell-PE	FRNC		
1377	Video 0,6/2,8C	Cell-PE	FRNC	AL/PP/AL	83
1131	Video 0,6/3,7	Voll-PE	FRNC	--	83
1132	Video 0,6L/3,7	Voll-PE	FRNC	--	83
2561	Video 0,8/3,7C	Cell-PE	FRNC	AL/PP/AL	91
1133	Video 1,0/6,6	Voll-PE	FRNC	--	84
1374	Video 1,4/6,6C	Cell-PE	FRNC	--	83



## Zusammenfassung 1

- Für **Kommunikationskabel** stehen verschiedene Prüfungen des Brandverhaltens nach den Normen der Reihe **EN 50266** bzw. **IEC 60332** zur Verfügung
- Eine weitere Prüfnorm für das Brandverhalten von Kabeln ist mit **EN 50399** in Vorbereitung.
- Neben dem Bündeltest wird nach EN 50399 auch die Wärmeabgabe (**heat release**) gemessen
- Solche Kabel werden üblicherweise mit den Kürzeln **FR-NC**, **LS-OH** usw. bezeichnet, allerdings sind diese Kürzel nicht geschützt und beschreiben keine zugesicherte Eigenschaft.
- Wegen der geforderten HF-Eigenschaften können für CATV-Kabel nur Isolationswerkstoffe eingesetzt werden, die entweder leicht brennbar oder halogenhaltig sind.
- CATV-Kabel können durch entsprechende Konstruktion des Aussenleiters und Auswahl des Mantelmaterials flammwidrig ausgerüstet werden.

## Zusammenfassung 2

- Für den Einsatz von Kabeln in öffentlichen Gebäuden gilt die **MLAR**, die von den einzelnen Bundesländern in das Landesbaurecht umgesetzt wird
- **Funktionserhalt** ist wegen der Forderung nach guten Hochfrequenz-eigenschaften für CATV-Kabel nicht möglich
- Die Bauproduktenrichtlinie (Construction Product Directive, **CPD**) ist bei der EU in Arbeit, in Tabelle 4 sind **Brandklassen** für Kabel festgelegt.
- **DIN 5510-2**, Vorbeugender Brandschutz bei Schienenfahrzeugen legt Brandklassen für Kabel fest.
- In DIN EN 50265 und DIN EN 50266 sind Brandprüfungen für Kabel beschrieben.
- *bedea* liefert eine breite Palette halogenfreier, flammwidriger Kabel nach DIN EN 50265 und DIN EN 50266,
  - ◆ nicht aufgeführte Kabel auf Anfrage bei *bedea*