

	Mehradrige und symmetrische paar/viererverseilte Kabel für digitale Breitbandkommunikation (Digitales Hochgeschwindigkeits-Telekommunikationsnetzwerk) – Außenkabel Teil 1: Fachgrundspezifikation (IEC 46C/510/CD:2001)	DIN IEC 62255-1
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0819 Teil 2001
ICS 33.120.10 Einsprüche bis 2002-07-31		
Entwurf		
Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications (high bit rate digital access Telecommunication Network) – outside plant cables Part 1: Generic Specification (IEC 46C/510/CD:2001) Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques à large bande (réseau de télécommunication numérique à haut débit) – Câbles d'extérieur Partie 1: Spécification Générique (CEI 46C/510/CD:2001) Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf 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 an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Das internationale Schriftstück IEC 46C/510/CD:2001-12 „Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications (high bit rate digital access Telecommunication Network) – outside plant cables – Part 1: Generic Specification“ ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden. Beginn der Gültigkeit Diese Norm gilt ab ... Fortsetzung Seite 2 bis 22 und 20 Seiten IEC-Original DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung des Internationalen Norm-Entwurfs [Committee Draft (CD)] IEC 46C/510/CD:2001 „Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications (high bit rate digital access Telecommunication Network) - outside plant cables – Part 1: Generic Specification“.

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

Der Internationale Entwurf wurde vom SC 46C „Wires and symmetric cables“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und als CD herausgegeben. Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene entstandener Internationaler Norm-Entwurf im Schlusstadium [Final Draft International Standard (FDIS)] zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Abstimmung gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 2 Monate beträgt, und zum FDIS keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.1 „Symmetrische Kabel und Leitungen, Drähte“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Deutsche Übersetzung

Mehradrige und symmetrische paar/viererverseilte Kabel für digitale Breitbandkommunikation (Digitales Hochgeschwindigkeits-Telekommunikationsnetzwerk) - Außenkabel Teil 1: Fachgrundspezifikation

Einführende Anmerkung

Wir erinnern hier an die Entscheidung, die während der Sitzung der SC46C/WG7 und der Sitzung des SC46C am 3., 4. und 5. Dezember 2001 in Paris getroffen wurde (siehe Ergebnisbericht 46CWG7[Paris/Tyler]Sec17 und 46C[Paris/J. Tyler]Sec 7).

Nach der Veröffentlichung der IEC/432/PAS und in Übereinstimmung mit den Regeln der IEC (siehe Administrative circular 149/AC), wurde zugestimmt, dass Herr Walling einen Komitee-Entwurf (Committee Draft, CD), für diesen Kabeltyp erstellt. Dieses Dokument wird dann bis zum 20. Dezember an Herrn de Sainte Marie weitergeleitet, um als Komitee-Entwurf verteilt zu werden.

Vorwort

Diese Internationale Norm IEC 62255-1 wurde ausgearbeitet vom Unterkomitee 46C, Drähte und symmetrische Kabel des Technischen Komitee 46 der IEC: Kabel, Drähte und Hohlleiter, HF-Steckverbinder und Zubehör für die Kommunikationstechnik und die Signalübertragung.

1 Anwendungsbereich

Die hier beschriebenen mehradrigen und symmetrischen paar/viererverseilten Kabel sind speziell für digitale Breitbandkommunikation lokaler Netze zur Installation als Außenkabel vorgesehen.

Dieser Standard ist anwendbar auf Kabel lokaler Netze für digitale Breitbandkommunikation und auf Versorgungsleitungen, welche die äußeren Einrichtungen mit der informationstechnischen Verkabelung innerhalb der Gebäude verbindet.

Dieser Standard ist anwendbar auf Kabel mit Kupferleitern, welche mit einem Material aus Polyolefin isoliert sind und einen Mantel aus einem Polymer aufweisen. Sie können gefüllt oder ungefüllt sein. Diese Kabel haben typischerweise 10 – 300 Paare und werden wie folgt eingesetzt:

- als Luftleitung, entweder mit einem integrierten Trageseil oder an ein Trageseil angebunden. In diesem Fall können die Kabel gefüllt sein oder einen Kern aus Luft aufweisen.
- zur Installation in Röhren. In diesem Fall können die Kabel, abhängig von den örtlichen klimatischen Anforderungen, gefüllt sein oder einen Kern aus Luft aufweisen.
- zur direkten Verlegung im Erdreich.

Diese Norm ist ebenso anwendbar für Breitbandanschlusskabel (Servicekabel). Breitbandanschlusskabel oder Servicekabel verbinden die äußeren Einrichtungen mit der informationstechnischen Verkabelung innerhalb der Gebäude und haben typischerweise eine Anzahl von 2 bis 6 Paaren. Sie werden wie folgt eingesetzt:

- als Luftleitung. Diese Kabel können ein Element zur Zugentlastung enthalten, welches in den Mantel des Kabels eingebettet ist, um den Abstand zwischen den beiden Anschlussstellen oder der Anschlussstelle und dem Gebäude zu erhöhen.
- zur direkten Verlegung im Erdreich.

1.1 Allgemeines

Dieser Standard besteht aus einer Reihe von Dokumenten, welche die folgenden Teile umfassen:

IEC 62255-1 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications – Part 1: General design details, requirements and test methods

ANMERKUNG 1 Die Allgemeinen Anforderungen und Einzelheiten des Designs sind allen Breitbandkabeln/Drähten gemeinsam und in den Teilen 2 bis 4 anzuwenden. Die aufgeführten Prüfverfahren sind für die Teile, für die sie aufgeführt sind.

IEC 62255-2 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications – Aerial cables – Part 2: Sectional specification

IEC 62255-2-1 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications – Aerial cables - Part 2-1: Blank detail specification

IEC 62255-2 -2 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications – Aerial cables – Part 2-2: Quality assessment procedure – Sectional specification:

IEC 62255-3 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications – Buried cables and service wires (drop wires) – Part 3: Sectional specification

IEC 62255-3-1 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications – Buried cables and service wires (drop wires) – Part 3-1: Blank detail specification

IEC 62255-3-2 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications – Buried cables and service wires (drop wires) – Part 3-2: Quality assessment procedure – Sectional specification

IEC 62255-4 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications – Aerial service wires – Part 4: Sectional specification

IEC 62255-4-1 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications – Aerial service wires – Part 4-1: Blank detail specification

IEC 62255-4-2 – Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications - Aerial service wires – Part 4-2: Quality assessment procedure – Sectional specification.

1.2 Einleitung

Diese Kabel sind für unterschiedliche Arten der Kommunikation vorgesehen, bei der entweder ein oder zwei Paare für die Übertragung in beide Richtungen benutzt werden können. Diese Spezifikation beschreibt die Kabeleigenschaften, die von Systemen wie xDSL gefordert werden.

Diese Kabel können im Frequenzbereich von -45 °C bis zu maximal $+75\text{ °C}$ bei intensiver Sonneneinstrahlung ohne praktische Luftbewegung eingesetzt werden. Der anwendbare Temperaturbereich muss in der Bauartspezifikation angegeben werden.

Die Kabel, welche von dieser Rahmenspezifikation beschrieben werden, sind für Ströme und Spannungen ausgelegt, welche üblicherweise in Kommunikationssystemen auftreten. Diese Kabel sind nicht geeignet zum Einsatz in Verbindung mit Quellen mit geringer Impedanz, wie zum Beispiel als Anschlussleitung zur Verteilung der öffentlichen Energieversorgung.

Der empfohlene Temperaturbereich während der Installation ist in der entsprechenden Bauartspezifikation anzugeben.

Einige der erforderlichen Prüfverfahren, die nirgendwo sonst aufgeführt sind, sind im Anhang beschrieben.

1.3 Normative Verweisungen

IEC 60068, *Environmental testing*

IEC 60189-1, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods*

IEC 60304, *Standard for colors for insulation for low frequency cables and wires*

IEC 60332-1, *Test on electric cables under fire condition – Part 1: test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60344, *Guide to the calculation of resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires*

IEC 60708-1, *Low frequency cables with polyolefin insulation and moisture barrier polyolefin sheath – Part 1: General design details and requirements*

IEC 60794-1, *Optical fibre cables – Part 1: Generic specification*

IEC 60811-1-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Test for determining the mechanical properties*

IEC 60811-1-2, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 2: Thermal ageing methods*

IEC 60811-1-3, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 3: Methods for determining the density – Water absorption test – Shrinkage test*

IEC 60811-1-4, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 4: Tests at low temperature*

IEC 60811-3-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3: Methods specific to PVC compounds – Section 1: Pressure test at high temperature – Test for resistance to cracking*

IEC 60811-4-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 4: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Section 1: Resistance to environmental stress cracking – Wrapping test after thermal ageing in air – Measurement of melt flow index – Carbon black and/or mineral content measurement in PE.*

IEC 60811-4-2, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 4: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Section 2: Elongation at break after preconditioning – Wrapping test after preconditioning – Wrapping test after thermal ageing in air – Measurement of mass increase – Long-term stability test (Appendix A) – Test method for copper-catalysed oxidative degradation (Appendix B)*

IEC 61156-1, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: Generic specification*

IEC 61663-2, ??????????

1.4 Anforderungen der Installation und weitere Betrachtungen

In Beratung. IEC 60794 sollte als Leitfaden für diesen Abschnitt benutzt werden.

2 Definitionen, Materialien und Konstruktion der Kabel

2.1 Definitionen

Zur Anwendung dieser Fachgrundspezifikation und zusätzlich zu den Definitionen der IEC 60050 sind nachfolgend aufgeführte Definitionen anzuwenden:

2.1.1 Widerstandsunsymmetrie

Die Widerstandsunsymmetrie zwischen den Leitern eines Paares oder auf der gleichen Seite eines Vierers sind definiert zu:

$$\Delta R = (R_{\max} - R_{\min}) / (R_{\max} + R_{\min}) \times 100 \quad [\%] \quad (1)$$

wobei:

- ΔR – Widerstandsunsymmetrie
- $R_{\max}$ – Widerstand in Ohm, für den Leiter mit dem höheren Widerstandswert
- $R_{\min}$ – Widerstand in Ohm, für den Leiter mit dem niedrigeren Widerstandswert

2.1.2 Kapazitätserdunsymmetrie eines Paares oder einer Seite eines Vierers

Die Erdunsymmetrie der Kapazität eines Paares oder einer Seite eines Vierers ist definiert als der längenabhängige Wert:

$$\Delta C_e = C_1 - C_2 \quad [pF / 100 m] \quad (2)$$

wobei:

- ΔC_e – Kapazitätsunsymmetrie des Paares zur Erde
- C_1 – Kapazität zwischen Leiter „a“ und Leiter „b“, wobei Leiter „b“ mit allen anderen Leitern, mit dem Schirm und mit Erdpotential verbunden ist.
- C_2 – Kapazität zwischen Leiter „b“ und Leiter „a“, wobei Leiter „a“ mit allen anderen Leitern, mit dem Schirm und mit Erdpotential verbunden ist.

2.1.3 Kapazitätsunsymmetrie eines Paares oder einer Seite eines Vierers

$$\Delta C_s = C_{1s} - C_{2s} \quad [pF / 100 m] \quad (3)$$

wobei:

- ΔC_s – Kapazitätsunsymmetrie des Paares zum Schirm.
- C_{1s} – Kapazität zwischen Leiter „a“ und dem Schirm. Die übrigen Leiter müssen zusammen mit dem Leiter „b“ mit der Mittellanzapfung des Symmetrieübertragers verbunden werden.
- C_{2s} – Kapazität zwischen Leiter „b“ und dem Schirm. Die übrigen Leiter müssen zusammen mit dem Leiter „a“ mit der Mittellanzapfung des Symmetrieübertragers verbunden werden.

2.1.4 Betriebskapazität eines Paares

Die Betriebskapazität eines Paares oder einer Seite eines Vierers ist definiert als:

$$C_m = (C_1 + C_2) / 2 - C_3 / 4 \quad [pF / 100 m] \quad (4)$$

wobei:

- C_m – Betriebskapazität eines Paares.
- C_1 – Kapazität zwischen Leiter „a“ und Leiter „b“ wobei Leiter „b“ mit allen anderen Leitern, mit dem Schirm und mit Erde verbunden ist.
- C_2 – Kapazität zwischen Leiter „b“ und Leiter „a“ wobei Leiter „b“ mit allen anderen Leitern, mit dem Schirm und mit Erde verbunden ist.
- C_3 – Kapazität zwischen den zusammengeschalteten Leitern „a“ und „b“ eines Paares und allen anderen Leitern, welche mit dem Schirm und mit Erde verbunden sind.

2.1.5 Ausbreitungsgeschwindigkeit

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist definiert als die Geschwindigkeit, mit der sich das Signal im Kabel ausbreitet. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit wird in km/sec angegeben. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit kann auch als relative Geschwindigkeit in %, d.h. als Verhältnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit im Kabel zur Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen im Vakuum angegeben werden. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit wird allgemein aus dem Phasenwinkel und der Kreisfrequenz bestimmt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ergibt sich zu:

$$v_p = \omega / \beta = (2 \times \pi \times f) / \beta \quad [km/sec] \quad (5)$$

wobei:

- f – Frequenz in Hz.
- v_p – Phasengeschwindigkeit.
- β – Phasenkonstante in rad/km.
- ω – Kreisfrequenz in rad/sec.

2.1.6 Dämpfung

Wenn der Wellenwiderstand des Kabels an den Wellenwiderstand der Prüfeinrichtung angepasst ist, ergibt sich die Dämpfung einer Länge von 100 m des Kabels zu:

$$\alpha = (100 / L) \times 10 \times \log_{10} (P_1 / P_2) \quad [dB/100 m] \quad (6)$$

wobei:

- α – Dämpfungskonstante in dB/100 m.
- L – Länge des Prüflings in m.
- P_1 – Eingangsleistung, wobei der Wellenwiderstand der Last dem Wellenwiderstand der Quelle entspricht.
- P_2 – Ausgangsleistung, wobei der Wellenwiderstand der Last dem Wellenwiderstand des Prüflings entspricht.

2.1.7 Unsymmetriedämpfung

Die Unsymmetriedämpfung am nahen und am fernen Ende ist definiert als das logarithmische Verhältnis der Gleichtakteistung zur Gegentakteistung.

$$\alpha_{u,n} = 20 \cdot \log \left| \frac{\sqrt{\frac{P_{n,com}}{f_{,com}}}}{\sqrt{P_{diff}}} \right| = 20 \cdot \log \left| \frac{U_{n,com}}{U_{diff}} \right| + 10 \cdot \log \left| \frac{Z_{diff}}{Z_{com}} \right| \quad (7)$$

wobei:

- α_u – Unsymmetriedämpfung [dB].
- P_{diff} – Gegentaktleistung bei Anpassung [W].
- P_{com} – Gleichentaktleistung bei Anpassung [W].
- U_{diff} – Spannung im Gegentaktkreis [V].
- U_{com} – Spannung im Gleichentaktkreis [V].
- Z_{diff} – Wellenwiderstand im Gegentaktkreis [Ω].
- Z_{com} – Wellenwiderstand im Gleichentaktkreis [Ω].
- n, f – Bezeichnung für nahes bzw. für fernes Ende.

Die Unsymmetriedämpfung ist ein Mass für das elektromagnetische Verhalten einer Installation.

2.1.8 Nahnebensprechen (NEXT)

Das Nahnebensprechen (NEXT) ist definiert zu:

$$\text{NEXT} = 10 \times \log_{10} (P_{1N} / P_{2N}) \quad [\text{dB}] \quad (8)$$

wobei:

- P_{1N} – Eingangsleistung des störenden Paares am nahen Ende.
- P_{2N} – Ausgangsleistung des gestörten Paares am nahen Ende.

2.1.8 Fernnebensprechen (IO FEXT und EL FEXT)

Das Fernnebensprechen von Eingang zu Ausgang (IO FEXT) ist definiert zu:

$$\text{IO FEXT} = 10 \times \log_{10} (P_{1N} / P_{2F}) \quad [\text{dB}] \quad (9)$$

Das Gleichpegel-Fernnebensprechen oder Fernnebensprechen von Ausgang zu Ausgang (EL FEXT) ist definiert zu:

$$\text{EL FEXT} = 10 \times \log_{10} (P_{1F} / P_{2F}) \quad [\text{dB}] \quad (10)$$

wobei:

- P_{1N} – Eingangsleistung des störenden Paares am nahen Ende.
- P_{1F} – Ausgangsleistung des störenden Paares am fernen Ende.
- P_{2F} – Ausgangsleistung des gestörten Paares am fernen Ende.

2.1.10 Leistungssumme des Nah- und Fernnebensprechens

Für das Nah- und Fernnebensprechen ist die Leistungssumme wie folgt definiert:

$$\text{PS X-Talk}_j = -10 \times \log_{10} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \left(10^{\frac{\text{X-Talk}_{ij}}{10}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (12)$$

wobei:

- PS X-Talk_j – die Leistungssumme des Paares oder einer Seite des Vierers „j“.
- n – Anzahl der Paare oder Seiten eines Vierers.
- X-Talk_{ij} – Nebensprechen des Paares oder einer Seite des Vierers „j“ und dem Paar oder einer Seite des Vierers „i“.

ANMERKUNG Alle Arten der Leistungssumme des Nebensprechens werden durch Gleichung (12) abgedeckt, d.h. Nebensprechen von Eingang zu Ausgang am fernen Ende und Gleichpegel-Fernnebensprechen.

2.1.11 Wellenwiderstand

Bei einer gegebenen Frequenz ist der Wellenwiderstand Z_c definiert als Eingangsimpedanz eines homogenen Kabels unendlicher Länge. Z_c ist der asymptotische Wert, dem sich der Wellenwiderstand bei hohen Frequenzen annähert.

2.1.12 Kopplungswiderstand

Der Kopplungswiderstand Z_T des Schirmes eines elektrisch kurzen, in Längsrichtung gleichförmigen Kabels ist definiert als der Quotient der Längsspannung, welche im sekundären (Inneren) Kreis induziert wird, zum Strom im primären (äußeren) Kreis.

2.1.13 Ausbreitungsverzögerung

Die Phasenverzögerung ist definiert als die Umkehrung der Phasengeschwindigkeit entlang eines Kabels der Länge L . Die Phasenverzögerung ergibt sich zu:

$$T = L / v_p \quad [\text{sec} / \text{m}] \quad (13)$$

wobei:

- T – Phasenverzögerung in Sekunden.
- L – Länge des Kabels in Metern.
- v_p – Phasengeschwindigkeit in Metern pro Sekunde.

2.1.14 Differentielle Phasenverzögerung (Skew)

Die Differentielle Phasenverzögerung (Skew) ist definiert als Unterschied der Phasenverzögerung zwischen beliebigen zwei Paaren im Kabel. Die Differentielle Verzögerung (Skew) ist definiert als:

$$\Delta T = \left| \frac{L}{v_{p1}} - \frac{L}{v_{p2}} \right| \quad [\text{sec} / \text{m}] \quad (14)$$

wobei:

- ΔT – Differentielle Phasenverzögerung, (Skew).
- L – Länge des Kabels in Metern.
- v_{p1} – Phasengeschwindigkeit des ersten Paares in Metern pro Sekunde.
- v_{p2} – Phasengeschwindigkeit des zweiten Paares in Metern pro Sekunde.

2.2 Materialien und Konstruktion der Kabel

2.2.1 Allgemeine Anmerkungen

Die Auswahl der Materialien sowie die Konstruktion der Kabel muss für die vorgesehene Anwendung sowie für die vorgesehene Installation der Kabel geeignet sein. Besondere Sorgfalt ist anzuwenden, um die speziellen Anforderungen an die örtlichen und/oder klimatischen Anforderungen zu erfüllen, wie zum Beispiel Temperaturschwankungen, Wind- und Eislasten, direkte Sonneneinstrahlung, Widerstand gegen Erdeichhörnchen, Widerstand gegen Termiten, iso-keramische Bedingungen und Bodenverunreinigung.

2.2.2 Konstruktion der Kabel

Die Konstruktion der Kabel muss mit den Einzelheiten und mit den Abmessungen der entsprechenden Bauartspezifikation übereinstimmen.

2.2.3 Leiter

Der Leiter muss in Übereinstimmung mit Abschnitt 2.2.3 der IEC 61156-1 aus weichgeglühtem Kupfer bestehen.

Der Leiter soll massiv sein und muss einen nominellen Durchmesser zwischen 0,5 mm und 0,9 mm aufweisen.

2.2.3.1 Verbindungen während der Herstellung

Verbindungen des nicht isolierten Leiters sind zulässig. Verbindungen des nicht isolierten Leiters müssen frei von Verdickungen und von scharfen Kanten sein.

Die Zugfestigkeit eines jeden Leiters mit einer Verbindung darf nicht weniger als 90 % der Zugfestigkeit einer angrenzenden Länge eines Leiters außerhalb des Bereiches der Verbindung betragen.

2.2.4 Isolation

Der Leiter muss mit einem geeigneten thermoplastischen Material isoliert werden.

2.2.4.1 Art der Isolation

Die Isolation kann massiv oder verzellt sein, mit oder ohne einer massiven Schicht, (Skinschicht). Die Skinschicht kann aus einem anderen Material bestehen, als das Isolationsmaterial.

Die Isolation muss gleichmäßig sein und eine Wandstärke aufweisen, mit der die festgelegten Anforderungen an das fertige Kabel erfüllt werden können.

Die nominelle Wandstärke der Isolation muss mit der Art der Anschlusstechnik für die Leiter übereinstimmen.

4.2.4.2 Farbcode der Isolation

Der Farbcode ist nicht festgelegt und muss in der entsprechenden Bauartspezifikation angegeben werden. Die Farben müssen leicht zu identifizieren sein und mit den Standardfarben der IEC 60304 übereinstimmen.

ANMERKUNG Es ist zulässig, die „a“-Ader mit Streifen oder Markierungen mit der Farbe der „b“-Ader zu versehen, um die Identifikation der Paare zu erleichtern.

2.2.5 Kabelelement

Ein Kabelelement muss ein Paar (isolierte Adern a und b) oder ein angemessen verseilter Vierer sein (isolierte Adern a, b, c und d). Die Schlaglänge der Paare oder Vierer muss so ausgelegt sein, dass die festgelegten Anforderungen an das Nebensprechen, die Rückflusdämpfung sowie an die Handhabung und die Integrität des Kabels erfüllt werden.

Variable Schlaglängen oder oszillierendes Verseilen von Paaren oder Vierern ist erlaubt. Die folgenden Anmerkungen müssen jedoch sorgfältig beachtet werden:

ANMERKUNG 1 Das Gestalten der Elemente mit variabler oder oszillierender Schlaglänge kann dazu führen, dass der örtliche Durchschnitt der Schlaglänge größer wird, als der festgelegte Wert.

2.2.6 Aufmachung des Kabels

Die Elemente des Kabels sind so anzuordnen, dass sie die Seele des Kabels bilden. Das Kabel kann Quellgarne enthalten, die das Ausbreiten von Wasser in Längsrichtung verhindern.

Die Seele des Kabels kann mit einer Schutzfolie eines nicht hygroskopischen Materials bewickelt werden.

2.2.7 Art der Füllmasse

Falls eine Füllmasse in der Produktspezifikation gefordert ist, werden die nachfolgend aufgeführten Produkte in dieser Norm zugelassen:

- Polyethylen/Petroleum Jelly,
- erweitertes thermoplastisches Gummi,
- absorbierendes thixotropisches Gel,
- superabsorbierende Polymere (mit oder ohne Trägermaterial).

Der Typ der Füllmasse und die minimale Flusstemperatur der Füllmasse, wie in Abschnitt XXXX dieser Norm aufgelistet, müssen in der entsprechenden Bauartspezifikation angegeben sein. Andere Füllmassen als die hier beschriebenen können eingesetzt werden, unter der Voraussetzung, dass dies zwischen Anwender und Hersteller vereinbart ist.

Die Füllmasse muss kompatibel mit allen Materialkomponenten sein, mit denen sie in Kontakt kommt.

2.2.7.1 Angemessenheit der Füllung

Eine Prüfung zur Bestimmung der Angemessenheit der Füllung und zur Bestimmung der Längswasserdichtheit sind in Abschnitt XXXX dieser Norm beschrieben.

2.2.7.2 Mischung als Feuchtigkeitssperre

Eine entsprechende Mischung kann als Feuchtigkeitssperre eingesetzt werden. Diese Mischung muss aus einem einheitlich gemischten Material bestehen. Die Mischung muss kompatibel mit dem Mantelmaterial und dem Material der Metallfolien sein, falls vorhanden, wenn das Kabel der Alterungsprüfung nach Abschnitt XXXX dieser Norm unterzogen wird.

Die Mischung muss zufriedenstellende Haftungseigenschaften aufweisen, um die Anforderungen an die Haftung des Mantels nach Abschnitt XXXX dieser Norm zu erfüllen

2.2.8 Schirmung der Kabelseele

Das Kabel kann mit einer Abschirmung versehen sein.

Eine Schutzschicht (gewickelt, längslaufend oder extrudiert) kann unter und/oder über dem Schirm aufgebracht werden.

2.2.9 Mantel

Das Mantelmaterial muss aus einem geeigneten, thermoplastischen Material bestehen. Es ist in der korrespondierenden Bauartspezifikation festgelegt.

Beispiele geeigneter Materialien sind:

- Polyolefin,
- PVC,

E DIN IEC 62255-1 (VDE 0819 Teil 2001):2002-06

Der Mantel muss gleichförmig sein mit einer Wandstärke, die so gleichmäßig wie möglich ist. Die minimale Wandstärke ist mit einem Verfahren zu bestimmen, welches mit dem Verfahren nach Abschnitt 2.2.1.2 der IEC 60189-1 übereinstimmt.

Der Mantel muss die Kabelseele dicht umschließen.

Der Mantel kann eine zusätzliche äußere Schicht eines Polymers aufweisen, zum Beispiel Polyamid, um die besonderen Anforderungen zu erfüllen, die sich durch Einwirken von Lösungsmitteln oder durch Ölverschmutzung bzw. durch mögliche Angriffe von Termiten ergeben.

2.2.10 Reißfaden

Ein Reißfaden kann unter oder über dem Schirm, falls vorhanden, und dem Mantel angeordnet werden. Wenn vorhanden, darf der Reißfaden nicht hygroskopisch sein.

2.2.11 Mantelfarbe

Die Farbe des Mantels muss schwarz sein, wenn in der entsprechenden Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

2.2.12 Zugentlastung

Wenn in der entsprechenden Bauartspezifikation gefordert, kann der Mantel ein oder mehrere Elemente zur Zugentlastung enthalten. Der bzw. die Elemente zur Zugentlastung können aus einem massiven oder aus einem verseilten Stahldraht bestehen, der beschichtet oder blank sein kann. Alternativ kann das Element zur Zugentlastung aus einer Glasfaser oder einer Faser aus polymerem Kunststoff bestehen; welche eine zusätzliche polymere Beschickung zur Erhöhung der Haftung mit dem Mantelmaterial enthalten können.

2.2.12 Identifikation

Jede Länge des Kabels muss mit einer Kennzeichnung des Herstellers versehen sein, und wenn gefordert, mit dem Jahr der Herstellung. Nachfolgend aufgeführte Methoden der Kennzeichnung können angewendet werden:

- a) farbige Fäden oder Bänder,
- b) bedruckte Bänder,
- c) Bedruckung der Wicklung der Kabelseele,
- d) Markierung des Kabelmantels.

Zusätzliche Markierungen wie zum Beispiel Längenmarkierung usw. sind auf dem Kabelmantel zulässig. Solche Markierungen können zum Beispiel abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, zur Identifizierung des Kabeltyps erforderlich sein, oder nur eine Längenmarkierung enthalten. Falls eingesetzt, müssen diese Markierungen in der entsprechenden Bauartspezifikation angegeben werden.

2.2.13 Fertiges Kabel

Das fertige Kabel ist in geeigneter Weise für Lagerung und Versand zu schützen.

3 Elektrische Eigenschaften und Anforderungen

3.1 Allgemeine Anmerkungen

In diesem Abschnitt sind die Eigenschaften und die minimalen Anforderungen an ein Kabel nach dieser Spezifikation aufgelistet.

Wenn nicht anders festgelegt, müssen die Prüfungen in Übereinstimmung mit IEC 60068, IEC 60189-1 und IEC 61156-1 durchgeführt werden.

ANMERKUNG zusätzliche Prüfungen müssen angegeben werden.

Eine Bauartspezifikation sollte erstellt werden, um ein bestimmtes Produkt sowie sein Leistungsumfang zu beschreiben (siehe Abschnitt 4).

3.2 Niederfrequenz-Eigenschaften

Die elektrischen Prüfungen werden in Übereinstimmung mit IEC 1156-1 durchgeführt. Die Prüfungen müssen an einer Kabellänge von mindestens 100 m durchgeführt werden, wenn nicht anders festgelegt.

3.2.1 Leiterwiderstand

Der Leiterwiderstand muss mit den Werten der Tabelle 1 übereinstimmen, wenn er gemäss IEC 60189-1 gemessen wurde.

Tabelle 1

Durchmesser des Leiters [mm]	Widerstand des Leiters [Ω /km]	
	Max. Einzeldraht	Durchschnitt
0,4	150,0	144,0
0,5	95,9	92,1
0,6	66,6	63,9
0,65	56,3	54,2
0,8	36,8	35,3
0,9	29,4	28,3

ANMERKUNG Der maximale Schleifenwiderstand für unterschiedliche Drahtdurchmesser wurde in Übereinstimmung mit IEC 60344 berechnet.

3.2.2 Widerstandsunsymmetrie

Die Widerstandsunsymmetrie innerhalb eines Paares darf 2 % nicht übersteigen.

3.2.3 Durchschlagsfestigkeit

Die Prüfung ist mit 1 kV Gleichspannung für 1 Minute oder alternativ mit 2,5 kV Gleichspannung für 2 Sekunden zwischen den beiden Leitern durchzuführen. Wenn ein oder mehrere Schirme vorhanden sind, ist die Prüfung auch zwischen Leiter und Schirm durchzuführen. In diesem Fall beträgt die Gleichspannung 0,7 kV für 1 Minute oder alternativ 1,7 kV für 2 Sekunden.

Durchschlagsfestigkeit	Wechselspannung [kV]		Gleichspannung [kV]	
	Prüfzeit [Sec]		Prüfzeit [Sec]	
	60	2	60	2
Type I	0,7	1,7	1,0	2,5
Type II	*	*	*	*

* Werte, die aus IEC 60708, Abschnitt 24 entnommen werden.