

	DIN VDE 0276-603 (VDE 0276 Teil 603)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
<p>ICS 29.060.20</p> <p>Ersatz für DIN VDE 0276-603 (VDE 0276 Teil 603):2000-05 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit</p> <p>Starkstromkabel – Teil 603: Energieverteilungskabel mit Nennspannungen U_0/U 0,6/1 kV; Deutsche Fassung HD 603 S1:1994/A2:2003</p> <p>Power cables – Part 603: Distribution cables of rated voltage U_0/U 0,6/1 kV; German version HD 603 S1:1994/A2:2003</p> <p>Câbles à courant fort – Partie 603: Câbles de distribution de tension nominale U_0/U 0,6/1 kV; Version allemande HD 603 S1:1994/A2:2003</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 90 Seiten</p> <p style="text-align: center;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p>		

DIN VDE 0276-603 (VDE 0276 Teil 603):2005-01

Beginn der Gültigkeit

Das von CENELEC am 2003-02-01 angenommene HD 603 S1:1994/A2 gilt als DIN-Norm ab 2005-01-01.

Daneben darf **DIN VDE 0276-603 (VDE 0276 Teil 603):2000-05** noch bis 2006-02-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die allgemein gültigen Teile 0 und 1 des HD sowie die für Deutschland relevanten Teile 3G und 5G.

Zu diesem Dokument wurde ein Kurzverfahren in den DIN-Mitteilungen veröffentlicht.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 411.1 „Starkstromkabel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Zusammen mit dieser Norm ist auch der Entwurf DIN VDE 0276-603/A2 (VDE 0276 Teil 603/A2):2003-06 zu beachten, für den das UK 411.1 die Ermächtigung ausgesprochen hat.

Änderungen

Gegenüber **DIN VDE 0276-603 (VDE 0276 Teil 603):2000-05** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) In den Teile 3G und 5G wurden die direkt angegebenen Aderfarben durch einen Verweis auf HD 308 ersetzt.
- b) Alle normativen Verweisungen wurden aktualisiert.
- c) Die Änderungen wurden in das HD 603 eingearbeitet und mit HD 603/A2 als konsolidierte Fassung des HD herausgegeben.

Frühere Ausgaben

VDE 0270:1939-07, 1944-01, 1944-12

VDE 0271:1943-05, 1944-11, 1944-12, 1955-01, 1958-05, 1969x-03

VDE 0271a:1960-04, 1976-02

VDE 0271b:1962-05, 1975-09

VDE 0271c:1963-10, 1969-03

DIN VDE 0271 (VDE 0271):1986-06

DIN 57271/A3 (VDE 0271/A3):1981-10

DIN 57272 (VDE 0272):1979-09

DIN 57272/A1 (VDE 0272/A1):1981-10

DIN VDE 0272 (VDE 0272):1989-09

DIN VDE 0276-603 (VDE 0276 Teil 603):1995-11, 2000-05

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 nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
Normen der Reihe EN 50265	–	Normen der Reihe DIN EN 50265 (VDE 0482 Teil 265)	VDE 0482 Teil 265
EN 50265-2-1:1998	–	DIN EN 50265-2-1 (VDE 0482 Teil 265-2-1):1999-04	VDE 0482 Teil 265-2-1
Normen der Reihe EN 50266	–	Normen der Reihe DIN EN 50266 (VDE 0482 Teil 266),	VDE 0482 Teil 266
EN 50267-2-1:1998	–	DIN EN 50267-2-1 (VDE 0482 Teil 267-2-1):1999-04	VDE 0482 Teil 267-2-1
Normen der Reihe EN 50268	–	Normen der Reihe DIN EN 50268 (VDE 0482 Teil 268)	VDE 0482 Teil 268
EN 50334:2001	–	DIN EN 50334 (VDE 0293 Teil 334):2001-10	VDE 0293 Teil 334
HD 308 S2:2001	–	DIN VDE 0293-308 (VDE 0293 Teil 308):2003-01	VDE 0293 Teil 308
HD 383 S2:1986	–	–	–
–	–	DIN VDE 0293 (VDE 0293):2004-11	VDE 0293
HD 605 S1:1994	–	DIN VDE 0276-605 (VDE 0276 Teil 605):1995-10	VDE 0276 Teil 605
HD 605 S1/A1:1996	–	DIN VDE 0276-605/A1 (VDE 0276 Teil 605/A1):1996-12	VDE 0276 Teil 605/A1
–	IEC 60183	–	–
–	IEC 60502-1	–	–
Normen der Reihe EN 60811	Normen der Reihe IEC 60811	Normen der Reihe DIN EN 60811 (VDE 0473 Teil 811)	VDE 0473 Teil 811

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

Normen der Reihe DIN EN 50265 (VDE 0482 Teil 265), *Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader oder einem Kabel.*

DIN EN 50265-2-1 (VDE 0482 Teil 265-2-1), *Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader oder einem Kabel – Teil 2-1: Prüfverfahren; 1-kW-Flamme mit Gas-Luft-Gemisch; Deutsche Fassung EN 50265-2-1:1998.*

Normen der Reihe DIN EN 50266 (VDE 0482 Teil 266), *Allgemeine Prüfverfahren für Kabel und isolierte Leitungen im Brandfall – Prüfung der senkrechten Flammenausbreitung von senkrecht angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen.*

DIN EN 50267-2-1 (VDE 0482 Teil 267-2-1), *Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Prüfung der bei der Verbrennung der Werkstoffe von Kabeln und isolierten Leitungen entstehenden Gase – Teil 2-1: Prüfverfahren; Bestimmung des Gehaltes an Halogenwasserstoffsäure; Deutsche Fassung EN 50267-2-1:1998.*

Normen der Reihe DIN EN 50268 (VDE 0482 Teil 268), *Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen.*

DIN EN 50334 (VDE 0293 Teil 334), *Kennzeichnung der Adern von Kabeln und Leitungen durch Bedrucken; Deutsche Fassung EN 50334:2001.*

Normen der Reihe DIN EN 60811 (VDE 0473 Teil 811), *Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen – Allgemeine Prüfverfahren.*

DIN VDE 0276-605 (VDE 0276 Teil 605), *Starkstromkabel – Teil 605: Ergänzende Prüfverfahren; Deutsche Fassung HD 605 S1:1994.*

DIN VDE 0276-605/A1 (VDE 0276 Teil 605/A1), *Starkstromkabel – Teil 605: Ergänzende Prüfverfahren; Deutsche Fassung HD 605 S1:1994/A1:1996.*

DIN VDE 0293 (VDE 0293), *Kennzeichnung der Adern von Starkstromkabeln und isolierten Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 1000 V.*

DIN VDE 0293-308 (VDE 0293 Teil 308):2003-01, *Kennzeichnung der Adern von Kabeln/Leitungen und flexiblen Leitungen durch Farben; Deutsche Fassung HD 308 S2:2001.*

ICS 29.060.20

Deutsche Fassung

Energieverteilungskabel mit Nennspannungen 0,6/1 kV

Distribution cables of rated voltage 0,6/1 kV

Câbles de distribution de tension nominale 0,6/1 kV

Diese Änderung 2 modifiziert das Harmonisierungsdokument HD 603 S1:1994; es wurde von CENELEC am 2003-02-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen für die Übernahme dieser Änderung auf nationaler Ebene festgelegt sind.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Übernahmen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Dieses Harmonisierungsdokument besteht in einer offiziellen Fassung (Englisch).

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slovenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Diese Änderung zum Harmonisierungsdokument HD 603 S1:1994 wurde von der WG 9 des Technischen Komitees CENELEC TC 20 „Kabel und isolierte Leitungen“ erarbeitet. Das Technische Komitee CENELEC TC 20 hat auf seiner Sitzung in Luzern (Mai 2000) beschlossen, dass die Änderung dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen werden soll.

Neben den aufgeführten Ergänzungen und Änderungen der einzelnen Teile 3 bis 8 wurde der gesamte Teil 1 neu erstellt, besonders die umfangreichen Änderungen der normativen Verweisungen. Anwender des HD 603 sollten beachten, dass die Verweisungen nur in komplett ausgetauschten Teilen aktualisiert wurden. Dieser Teil 0 von HD 603 enthält eine Aufstellung aller relevanten Änderungen der Verweisungen zur Verwendung zusammen mit den einzelnen Teilen. Nationale Normen, die einen oder mehrere Teil(e) enthalten, dürfen aktualisierte normative Verweisungen enthalten.

Durch Entscheidung des Technischen Büros (D38/139, erweitert durch D104/118 und D114/076) liegt dieses HD nur in der englischen Sprachfassung vor.

Der Text des Entwurfs wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2003-02-01 als Änderung A2 zu HD 603 S1:1994 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem das Vorhandensein der Änderung auf nationaler Ebene angekündigt werden muss (doa): 2003-08-01
- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer harmonisierten nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2004-02-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-02-01

INHALT

(HD 603 S1:1994 plus A1 und A2)

TEIL 1¹⁾²⁾ – ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

TEIL 3 – PVC-ISOLIERTE KABEL – UNBEWEHRT

Hauptabschnitt 3G¹⁾²⁾ – Kabel mit (Bauart 3G-1) oder ohne (Bauart 3G-2) konzentrischen Leiter

TEIL 5 – VPE-ISOLIERTE KABEL – UNBEWEHRT

Hauptabschnitt 5G¹⁾²⁾ – Kabel mit (Bauart 5G-1) oder ohne (Bauart 5G-2) konzentrischen Leiter

¹⁾ Änderung A1 ändert einige Textstellen.

²⁾ Änderung A2 ist eine vollständig überarbeitete Ausgabe dieses Teils oder Hauptabschnitts.

Liste der aktualisierten normativen Verweisungen

Ursprüngliche Verweisung	Ursprünglicher Titel	Neue Verweisung	Neuer Titel
HD 186	Kennzeichnung der Adern von Kabeln und Leitungen mit mehr als 5 Adern durch Bedrucken	EN 50334	Kennzeichnung der Adern von Kabeln und Leitungen durch Bedrucken
HD 405 (Reihe)	Prüfung von Kabeln und Leitungen auf Flammenwidrigkeit	EN 50265 (Reihe)	Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader oder einem Kabel
HD 405.1	Prüfung von Kabeln und Leitungen auf Flammenwidrigkeit – Teil 1: Prüfung an einer einzelnen senkrechten Leitung	EN 50265-2-1	Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader oder einem Kabel – Teil 2-1: Prüfverfahren; 1-kW-Flamme mit Gas-Luft-Gemisch
HD 405.3	Prüfungen an Kabeln und isolierten Leitungen unter Brandeinwirkungen – Teil 3: Prüfungen an gebündelten Aderleitungen oder Kabeln	EN 50266 (Reihe)	Allgemeine Prüfverfahren für Kabel und isolierte Leitungen im Brandfall – Prüfung der senkrechten Flammenausbreitung von senkrecht angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen
HD 505 (Reihe)	Allgemeine Prüfungen für Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen	EN 60811 (Reihe)	Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen – Allgemeine Prüfverfahren
HD 606 (Reihe)	Messung der Rauchdichte elektrischer Kabel beim Brennen unter definierten Bedingungen	EN 50268 (Reihe)	Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen
IEC 183	Guide to the selection of high-voltage cables	IEC 60183	Guide of the selection of high-voltage cables
IEC 60502	Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV to 30 kV	IEC 60502-1	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)
IEC 754-1	Tests on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Determination of the amount of halogen acid gas	EN 50267-2-1	Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Prüfung der bei der Verbrennung der Werkstoffe von Kabeln und isolierten Leitungen entstehenden Gase – Teil 2-1: Prüfverfahren; Bestimmung des Gehaltes an Halogenwasserstoffsäure

TEIL 1 – ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN**Inhalt**

	Seite
1 Allgemeines	1-3
1.1 Anwendungsbereich	1-3
1.2 Zweck	1-3
2 Begriffe	1-3
2.1 Begriffe für Isolier- und Mantelwerkstoffe	1-3
2.2 Begriffe für Prüfverfahren	1-4
2.3 Nennspannung	1-5
3 Kennzeichnung	1-5
3.1 Angabe des Herstellers	1-5
3.2 Zusätzliche Kennzeichnung	1-6
3.3 Beständigkeit	1-6
3.4 Lesbarkeit	1-6
3.5 Gemeinsame Kennzeichnung	1-6
3.6 Verwendung des Namens CENELEC	1-6
4 Aderkennzeichnung	1-6
5 Allgemeine Anforderungen an den Aufbau von Kabeln	1-7
5.1 Leiter	1-7
5.2 Isolierung	1-7
5.3 Verseilung der Adern	1-8
5.4 Zwickelfüllungen und Bänder	1-8
5.5 Gemeinsame Aderumhüllung	1-9
5.6 Innenmantel	1-9
5.7 Metallene Umhüllungen	1-10
5.8 Außenmantel	1-10
6 Vollständige Kabel	1-11
7 Abdichtung der Kabel und Transport	1-11
8 Strombelastbarkeit	1-11
9 Empfehlung für Verwendung und Auswahl von Kabeln	1-11
Tabelle 2.1.1 – Isolier- und Mantelmischungen	1-4
Tabelle 1 – Anforderungen für Isoliermischungen: PVC	1-12
Tabelle 2A – Anforderungen für Isoliermischungen: VPE	1-14
Tabelle 2B – Anforderungen für Isoliermischungen: EPR	1-15
Tabelle 2C – Anforderungen für Isoliermischungen: HEPR	1-17
Tabelle 3 – Anforderungen für Mantelmischungen: PCP	1-19
Tabelle 4A – Anforderungen für Mantelmischungen: PVC	1-20
Tabelle 4B – Anforderungen für Mantelmischungen: PE	1-24
Tabelle 4C – Anforderungen für Mantelmischungen: PO	1-25
Tabelle 5 – Wanddicke der Isolierung	1-27

Verweisungen

In diesem Teil 1 wird auf andere Teile von HD 603 und auf folgende andere Harmonisierungsdokumente verwiesen:

HD 383 Leiter für Kabel und isolierte Leitungen (Übernahme von IEC 60228 und IEC 60228A).

HD 605 Starkstromkabel – Ergänzende Prüfverfahren.

EN 50265 (Reihe) Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader oder einem Kabel.

EN 50334 Kennzeichnung der Adern von Kabeln und Leitungen durch Bedrucken.

EN 60811 (Reihe) Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen – Allgemeine Prüfverfahren.

IEC 60287 (Reihe) Electric cables – Calculation of current rating.

In allen Fällen, in denen auf andere Harmonisierungsdokumente oder internationale Normen verwiesen wird, gilt die jeweils letzte Ausgabe dieses Dokuments.

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

HD 603 gilt für Kabel mit Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV, die in unterirdischen Energieverteilungsnetzen, hauptsächlich für die öffentliche Verteilung, eingesetzt werden und deren Nennspannung 0,6/1 kV Wechselspannung nicht überschreitet.

Dieser Teil (Teil 1) legt die allgemeinen Anforderungen für diese Kabel fest, sofern in den einzelnen Hauptabschnitten dieses HD nicht anders angegeben.

Die Prüfverfahren sind in **HD 605** und in HD 383, EN 50265 und EN 60811 festgelegt.

Die einzelnen Kabelbauarten sind in den Teilen 3 bis 8 festgelegt.

1.2 Zweck

Zweck dieses Harmonisierungsdokumentes ist es:

- Kabel zu normen, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung in Bezug auf die technischen Anforderungen des Systems, in dem sie eingesetzt sind, sicher und zuverlässig sind;
- Merkmale und Anforderungen an die Fertigung festzulegen, die einen direkten oder indirekten Einfluss auf einen sicheren Betrieb haben;
- Prüfungen festzulegen, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen zu prüfen.

2 Begriffe

2.1 Begriffe für Isolier- und Mantelwerkstoffe

2.1.1 Isolier- und Mantelwerkstoffe

Die Typen von Isolier- und Mantelmischungen, die in diesem HD behandelt werden, und deren Kurzbezeichnungen sind nachstehend aufgeführt:

Tabelle 2.1.1 – Isolier- und Mantelmischungen

	Isolier- und Mantelmischungen	Siehe:
Isolierung	a) <i>Thermoplastisch:</i> Isoliermischungen auf der Basis von:	
	– Polyvinylchlorid oder Copolymeren (PVC)	Tabelle 1
	– Polyolefin (PO)	Tabelle 4C
	b) <i>Vernetzt:</i> Isoliermischungen auf der Basis von:	
	– Vernetztem Polyethylen (VPE)	Tabelle 2A
	– Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPR)	Tabelle 2B
	– Hartem Ethylen-Propylen-Kautschuk (HEPR)	Tabelle 2C
Mantel	a) <i>Elastomer:</i> Mantelmischungen auf der Basis von:	
	– Polychloropren (PCP)	Tabelle 3
	– Chlorsulfoniertem Polyethylen (CSP)	
	oder ähnlichem Polymer	
	b) <i>Thermoplastisch:</i> Mantelmischungen auf der Basis von:	
	– Polyvinylchlorid (PVC)	Tabelle 4A
	– Polyethylen (PE)	Tabelle 4B
	– Polyolefin (PO)	Tabelle 4C

2.1.2 Mischungstyp

Die Kategorie, in die die Mischung gemäß ihren Eigenschaften eingeordnet ist, wird durch bestimmte Prüfungen bestimmt. Das Bauartkurzzeichen steht nicht in direkter Beziehung zur Zusammensetzung der Mischung.

2.2 Begriffe für Prüfverfahren

ANMERKUNG Auswahlprüfungen (S) oder Stückprüfungen (R) können als Teil von Typprüfungen gefordert werden.

2.2.1 Typprüfungen (Symbol T)

Typprüfungen sind Prüfungen, die an Kabeln nach dieser Norm durchzuführen sind, bevor sie in den Markt eingeführt werden, um zu zeigen, dass die Betriebseigenschaften den gestellten Anforderungen gerecht werden. Die Prüfungen sind so geartet, dass eine Wiederholung nur dann erforderlich ist, wenn Änderungen der Werkstoffe, des Aufbaus oder des Fertigungsprozesses erfolgen, die eine Änderung der Betriebseigenschaften bedingen könnten.

2.2.2 Auswahlprüfungen (Symbol S)

Auswahlprüfungen sind Prüfungen, die am vollständigen Kabel oder an Probestücken des vollständigen Kabels durchzuführen sind, um zu zeigen, dass das Kabel den Aufbaubestimmungen entspricht.

2.2.3 Stückprüfungen (Symbol R)

Stückprüfungen sind Prüfungen, die an allen Fertigungslängen durchzuführen sind, um die Übereinstimmung mit ausgewählten Anforderungen nachzuweisen.

2.2.4 Prüfungen nach der Verlegung

Prüfungen nach der Verlegung sind Prüfungen, die am Kabel und seinen Garnituren durchgeführt werden, um die Unversehrtheit nachzuweisen.

2.3 Nennspannung

Die Nennspannung eines Kabels ist die Spannung, für die es konstruiert ist und die dazu dient, die elektrischen Prüfungen zu definieren.

Die Nennspannung wird durch Kombination der Werte U_0/U (U_m) angegeben (Werte in kV).

U_n ist der Effektivwert zwischen einem beliebigen isolierten Leiter und Erde (metallene Umhüllung des Kabels oder umgebendes Medium); $U_0 = 0,6$ kV.

U ist der Effektivwert zwischen zwei beliebigen Außenleitern eines mehradrigen Kabels oder eines Systems von einadrigen Kabeln; $U = 1,0$ kV.

U_m ist der höchste Effektivwert des Systems, für die die Betriebsmittel verwendet werden dürfen; $U_m = 1,2$ kV.

In einem Wechselstromsystem muss die Nennspannung des Kabels mindestens der Nennspannung des Systems, in dem es eingesetzt ist, entsprechen.

Werden die Kabel nach diesem HD in einem Gleichstromsystem verwendet, darf die Spannung gegen Erde 1,8 kV nicht überschreiten.

3 Kennzeichnung

3.1 Angabe des Herstellers

Kabel müssen mit einer Angabe des Herstellers versehen sein:

- a) entweder durch den Herstellerkennfaden oder
- b) durch eine fortlaufende Kennzeichnung mit Firmennamen oder Warenzeichen oder (sofern gesetzlich geschützt) eine Identifizierungsnummer. Hierzu kann eines der drei folgenden Verfahren eingesetzt werden:
 - a) bedrucktes Band im Kabel;
 - b) farblich sich abhebende Bedruckung auf der Isolierung mindestens einer Ader;
 - c) Bedruckung, Tiefprägung oder erhabene Prägung auf der Kabeloberfläche.

3.1.1 Wiederholung der Kennzeichen

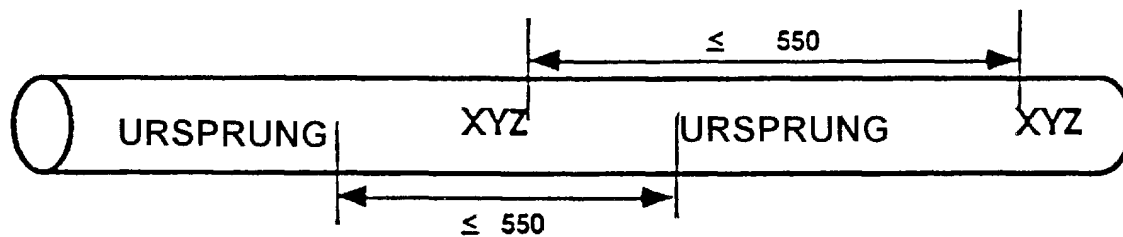
Wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders festgelegt, darf der Abstand zwischen dem Ende eines Kennzeichens und dem Anfang des nächsten

- 550 mm bei Kennzeichnung auf der Kabeloberfläche,
- 275 bei Kennzeichnung
 - 1) auf der Isolierung
 - 2) oder auf einem Band

nicht überschreiten.

ANMERKUNG Eine „Kennzeichnung“ ist eine zwingend vorgeschriebene Markierung, wie in diesem Teil des HD oder in den Anforderungen in den Hauptabschnitten ab [Teil 3](#) aufwärts angegeben.

Das nachfolgende Bild zeigt ein Beispiel einer Markierung auf der Kabeloberfläche, wobei für das Wort „URSPRUNG“ alle zwingend erforderlichen Informationen, wie in 3.1 festgelegt, einzusetzen sind; „XYZ“ ist eines von weiteren zwingend erforderlichen Kennzeichen.



3.2 Zusätzliche Kennzeichnung

Zusätzliche Anforderungen an die Kennzeichnung können in den einzelnen Hauptabschnitten festgelegt sein.

3.3 Beständigkeit

Gedruckte Kennzeichen müssen beständig sein. Die Beständigkeit ist mit der Prüfung nach 2.5.4 von HD 605 nachzuweisen.

Die Bedruckung muss nach Durchführung der Prüfung lesbar sein.

3.4 Lesbarkeit

Alle Kennzeichen müssen lesbar sein. Gedruckte Kennzeichen müssen sich farblich abheben.

Alle Farben der Herstellerkennfäden müssen leicht zu erkennen sein oder leicht erkennbar gemacht werden können (falls erforderlich, mit einem geeigneten Lösungsmittel).

3.5 Gemeinsame Kennzeichnung

In Vorbereitung.

3.6 Verwendung des Namens CENELEC

Der Name CENELEC, ausgeschrieben oder abgekürzt, darf nicht direkt auf oder in den Kabeln verwendet werden.

4 Aderkennzeichnung

Die Adern sind durch Farben oder Nummern zu kennzeichnen, wie in den einzelnen Hauptabschnitten festgelegt. Die Kennzeichnung muss durch Färbung der Isolierung oder deren Oberfläche vorgenommen werden. Mit Ausnahme der grün-gelb gekennzeichneten Ader müssen alle Adern einfarbig gekennzeichnet sein. Die Farben Grün und Gelb dürfen nicht als Einzelfarbe verwendet werden.

Bei mehr als einer schwarzen oder braunen Ader darf eine von ihnen mit einem weißen Strich gekennzeichnet werden. In diesem Fall muss der weiße Strich mindestens 0,5 mm breit sein, darf aber nicht mehr als 5 % der Oberfläche der Ader bedecken.

Die Kennzeichnung durch Farbe oder durch Nummerierung für die verschiedenen Kabelbauarten ist in den einzelnen Hauptabschnitten dieses HD festgelegt.

Wenn die Kennzeichnung durch Nummern erfolgt, sind diese in einer Farbe aufzudrucken, die sich von der Aderfarbe abhebt. Die Markierung muss mit EN 50334 übereinstimmen, wenn nicht anders festgelegt.

Die Farben oder Nummern müssen klar unterscheidbar und beständig sein. Die Beständigkeit ist durch die in **2.5.4 von HD 605** angegebene Prüfung nachzuweisen.

Für die Verteilung der Farben für die grün-gelbe Ader gilt:

Auf jedem beliebigen 15 mm langen Aderstück muss eine dieser Farben mindestens 30 % und nicht mehr als 70 % der Oberfläche der Ader bedecken, die andere Farbe den Rest.

ANMERKUNG Wenn die Farben Grün und Gelb, wie oben angegeben, kombiniert werden, sind sie ausschließlich für die Kennzeichnung der Adern, die als Erdungs- oder Schutzleiter o. ä. verwendet werden, einzusetzen.

Die Übereinstimmung mit diese Anforderungen ist durch Sichtprüfung nachzuweisen.

5 Allgemeine Anforderungen an den Aufbau von Kabeln

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen in 5.1 bis 5.8 und den einzelnen Hauptabschnitten dieses HD ist durch Sichtprüfung und Messungen entsprechend den in den jeweiligen Hauptabschnitten aufgelisteten Prüfverfahren nachzuweisen.

5.1 Leiter

5.1.1 Werkstoff

Die Leiter müssen **HD 383** und einzelnen Anforderungen in einzelnen Hauptabschnitten entsprechen; sie bestehen aus blankem oder metallumhülltem, geglühtem Kupfer oder blankem Aluminium oder einer Aluminiumlegierung.

Die Leiter müssen entweder rund oder sektorförmig sowie ein- oder mehrdrähtig sein.

5.1.2 Elektrischer Widerstand

Der Widerstand eines jeden Leiters bei 20 °C muss mit den Anforderungen in **HD 383** für die angegebene Leiterklasse übereinstimmen.

5.1.3 Trennschicht

Zwischen dem Leiter und der Isolierung darf eine Trennschicht vorhanden sein. Wenn nicht anders festgelegt, muss sie nichthygroskopisch sein.

Sie muss leicht vom Leiter entfernbar sein.

5.2 Isolierung

5.2.1 Werkstoff

Die Isolierung muss aus einer extrudierten Mischung bestehen entsprechend **2.1.1**. Die Art der zu verwendenden Mischung ist den einzelnen Hauptabschnitten in diesem HD für jede Kabelbauart zu entnehmen.

Die Prüfanforderungen für die Isoliermischungen sind in den **Tabellen 1** und **2** festgelegt, der Verweis auf die Prüfverfahren ist in den einzelnen Hauptabschnitten angegeben.

Die höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb und bei Kurzschluss ist für die jeweilige Art der Isolierung in den Hauptabschnitten festgelegt.

5.2.2 Aufbringung

Die Isolierung darf aus einer oder mehreren fest verbundenen Schichten bestehen. Sie muss so aufgebracht sein, dass sie fest auf dem Leiter oder über der Trennschicht liegt. Es muss möglich sein, die Isolierung so zu entfernen, dass weder die Isolierung selbst noch der Leiter oder seine metallene Umhüllung, falls vorhanden, beschädigt wird. Die Isolierung muss durch Extrudieren, wenn gefordert vernetzt, aufgebracht werden und einen kompakten, homogenen Körper bilden.

5.2.3 Wanddicke

Wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben, gelten die Isolierwanddicken in [Tabelle 5](#) für jeden Kabeltyp und -querschnitt.

Der Mittelwert der Isolierwanddicke darf nicht kleiner als der vorgeschriebene Wert sein.

Die Wanddicke an einer beliebigen Stelle darf den vorgeschriebenen Wert um nicht mehr als 0,1 mm + 10 % des vorgeschriebenen Wertes unterschreiten.

Die Einhaltung dieser Anforderung ist mit dem Prüfverfahren nach [2.1.1 von HD 605](#) nachzuweisen.

5.2.4 Mechanische Eigenschaften vor und nach Alterung

Der Isolierwerkstoff muss die in [Tabelle 1](#) oder [2](#) angegebenen Eigenschaften aufweisen.

5.2.5 Zusätzliche Eigenschaften

Zusätzliche Eigenschaften sind in einzelnen Hauptabschnitten angegeben.

5.3 Verseilung der Adern

In mehradrigen Kabeln müssen die Adern wendelförmig oder durch ein anderes geeignetes Verfahren verseilt sein.

Hilfsadern, falls vorhanden, müssen in die Zwischenräume der Hauptadern gelegt werden; die zulässige Anzahl und Anforderungen hierfür sind in den einzelnen Hauptabschnitten angegeben.

5.4 Zwickelfüllungen und Bänder

In den einzelnen Hauptabschnitten ist für jede Kabelbauart angegeben, ob sie Zwickelfüllungen oder Bänder hat oder ob der Mantel oder die gemeinsame Aderumhüllung zwischen die Adern eindringen darf, um somit eine Füllung zu bilden.

In mehradrigen Kabeln darf ein Innenzwickel verwendet werden. Der Verseilverband und Zwickelfüllungen dürfen durch eine Haltewendel zusammengehalten werden.

5.4.1 Werkstoff

Der Werkstoff, der für Zwickelfüllungen und Haltewendeln verwendet wird, muss für die höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb geeignet und mit den benachbarten Aufbauelementen verträglich sein. Die Anforderungen und die Verweise auf die Prüfverfahren sind in den einzelnen Hauptabschnitten angegeben.

5.4.2 Anwendung

Wo Zwickelfüllungen verwendet werden, dürfen diese entweder allein oder als Teil der gemeinsamen Aderumhüllung oder des Innenmantels verwendet werden, um ein kompaktes und im Wesentlichen rundes Kabel zu erhalten. Es muss möglich sein, die Zwickelfüllungen, falls vorhanden, ohne Beschädigung der Aderisolierung zu entfernen.

5.5 Gemeinsame Aderumhüllung

Die gemeinsame Aderumhüllung, falls vorhanden, darf extrudiert oder gewickelt sein oder aus einer Kombination aus beiden bestehen.

5.5.1 Werkstoff

Der Werkstoff, der für gemeinsame Aderumhüllungen verwendet wird, muss für die höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb geeignet und mit den benachbarten Aufbauelementen verträglich sein. Die Anforderungen und die Verweise auf die Prüfverfahren sind in den einzelnen Hauptabschnitten angegeben.

5.5.2 Aufbringung

Die extrudierte gemeinsame Aderumhüllung muss die Adern umgeben und darf in die Zwischenräume eindringen, um dem Verseilverband eine im Wesentlichen runde Form zu geben. Die extrudierte gemeinsame Aderumhüllung muss von den Adern leicht entfernbar sein.

Gewickelte gemeinsame Aderumhüllungen müssen aus einer oder zwei Lagen bestehen, die die gesamte äußere Oberfläche des Verseilverbandes bedecken.

Für jede Kabelbauart wird in den einzelnen Hauptabschnitten angegeben, ob das Kabel eine extrudierte oder gewickelte gemeinsame Aderumhüllung oder eine Kombination aus beiden hat.

5.5.3 Dicke

Wenn für die einzelne Bauart nicht anders angegeben, muss die Dicke von gewickelten gemeinsamen Aderumhüllungen nicht durch Messung nachgewiesen werden.

Die Mindestdicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung für jeden Kabeltyp und -querschnitt muss den Anforderungen in den einzelnen Hauptabschnitten entsprechen.

5.6 Innenmantel

Ein Innenmantel darf in den einzelnen Hauptabschnitten vorgeschrieben werden.

5.6.1 Werkstoff

Der Werkstoff für den extrudierten Innenmantel muss für die höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb geeignet sein und mit den benachbarten Aufbauelementen verträglich sein. Die Anforderungen und Verweise auf die Prüfverfahren sind in den einzelnen Hauptabschnitten festgelegt.

5.6.2 Aufbringung

Der Innenmantel muss aus einer einzigen extrudierten Schicht bestehen. Der Mantel darf über einer gemeinsamen Aderumhüllung oder direkt über der Aderverseilung aufgebracht sein. Der Mantel darf nicht an den Adern haften.

5.6.3 Wanddicke

Die Wanddicke des extrudierten Innenmantels ist in den einzelnen Hauptabschnitten festgelegt.

5.7 Metallene Umhüllungen

5.7.1 Arten von metallenen Umhüllungen

Die folgenden Arten von metallenen Umhüllungen können in den einzelnen Hauptabschnitten festgelegt sein:

- a) metallener Schirm;
- b) metallener Leiter;
- c) metallene Bewehrung;
- d) eine Kombination aus oben genannten.

Einzelheiten zum Aufbau von metallenen Umhüllungen zusammen mit den Prüfverfahren und Anforderungen sind in den einzelnen Hauptabschnitten festgelegt.

5.7.2 Aufbringung

Die metallene Umhüllung darf über einer gemeinsamen Aderumhüllung oder einem Innenmantel oder direkt über der Isolierung aufgebracht werden.

5.8 Außenmantel

5.8.1 Werkstoff

Der Außenmantel muss aus einer Mischung bestehen, die für die höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb geeignet ist; sie muss dem in den einzelnen Hauptabschnitten aufgeführten Typ entsprechen.

Die Prüfanforderungen für diese Mischungen sind, sofern in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben, in den [Tabellen 3 und 4](#) festgelegt.

5.8.2 Anwendung

Der Außenmantel muss extrudiert sein und darf aus einer oder mehreren Lagen bestehen.

Bei unbewehrten Kabeln darf der Mantel nicht an den Adern haften. Eine Trennschicht, bestehend aus einer Folie oder einem Band, darf unter dem Außenmantel aufgebracht werden.

5.8.3 Wanddicke

Wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben, gelten die folgenden Anforderungen.

5.8.3.1 Mantel, auf ebener Oberfläche aufgebracht

Bei einem Mantel, der auf einer ebenen zylindrischen Oberfläche, wie einer gemeinsamen Aderumhüllung, einem Metallmantel oder der Isolierung einer einzelnen Ader aufgebracht ist, darf der Mittelwert der Wanddicke des Außenmantels nicht geringer sein als der vorgeschriebene Wert für jeden Kabeltyp und -querschnitt in den einzelnen Hauptabschnitten.

Die Wanddicke an einer beliebigen Stelle darf jedoch den vorgeschriebenen Wert um bis zu 0,1 mm + 15 % des vorgeschriebenen Wertes unterschreiten.

Prüfverfahren sind in [2.1.2 von HD 605](#) festgelegt.

5.8.3.2 Mantel, auf einer unebenen Oberfläche aufgebracht

Bei einem Mantel, der auf einer unebenen zylindrischen Oberfläche aufgebracht ist, z. B. der Mantel von einem unbewehrten Kabel ohne gemeinsame Aderumhüllung oder der Mantel, der direkt über der

Bewehrung, den Metallschirm oder konzentrischen Leiter aufgebracht ist (lückeneindringend), darf die Wanddicke den in den einzelnen Hauptabschnitten angegebenen Wert um nicht mehr als 0,2 mm + 20 % des vorgeschriebenen Wertes unterschreiten.

Prüfverfahren sind in 2.1.2 von HD 605 festgelegt.

5.8.4 Mechanische Eigenschaften vor und nach Alterung

Der Mantelwerkstoff muss die in Tabelle 3 oder 4 angegebenen Eigenschaften aufweisen.

5.8.5 Zusätzliche Eigenschaften

Zusätzliche Eigenschaften sind in den einzelnen Hauptabschnitten angegeben.

6 Vollständige Kabel

Alle Kabel müssen mit den Anforderungen nach 5.1 bis 5.8 und den einzelnen Hauptabschnitten von diesem HD übereinstimmen. Dies ist durch Sichtprüfung und Messungen entsprechend den in den jeweiligen Hauptabschnitten aufgelisteten Prüfverfahren nachzuweisen.

7 Abdichtung der Kabel und Transport

Vor der Lagerung oder dem Transport sind die Kabelenden durch geeignete Maßnahmen abzudichten, um das Eindringen von Wasser zu verhindern.

Die Kabel sind in Ringen oder auf Spulen zu transportieren, wie in den einzelnen Hauptabschnitten angegeben.

8 Strombelastbarkeit

Die Stromstärke, die ein Kabel entsprechend diesem HD übertragen kann, wird durch unterschiedliche Bedingungen beeinflusst, wobei der ungünstigere Fall ausschlaggebend ist.

Die zulässige Strombelastbarkeit, die sich aus den thermischen Grenzen ergibt, wird nach IEC 60287 oder einem entsprechenden Verfahren berechnet.

Bei diesen Berechnungen müssen die gegebenen Verlege- und Betriebsbedingungen berücksichtigt werden.

Tabellierte Strombelastbarkeitswerte für die einzelne Kabelbauart und typische Verlegebedingungen sind in den einzelnen Hauptabschnitten zu finden.

9 Leitfaden für Verwendung und Auswahl von Kabeln

Der Leitfaden für die Verwendung der Kabel ist in den einzelnen Hauptabschnitten dieses HD angegeben.

Bei der Auswahl von Kabeln ist zu beachten, dass nationale Bedingungen oder Regeln, die z. B. klimatische Bedingungen oder Anforderungen an die Verlegung beinhalten, existieren können. Diese sollten deshalb in Zusammenhang mit diesem HD beachtet werden.

Tabelle 1 – Anforderungen für Isoliermischungen: PVC

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kurzzeichen für den Mischungstyp Isolierung Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	(–)	Einheit °C	DIV1 PVC 70	DIV2 PVC 70	DIV4 PVC 70	DIV5 PVC 70	DIV6 PVC 70	DIV7 PVC 70
Mechanische Eigenschaften								
– Vor Alterung am Prüfstück								
Zugfestigkeit min.		N/mm ²	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Reißdehnung min.		%	125	150	175	125	150	150
– Nach Alterung am Prüfstück								
Temperatur		°C	80	100	100	80	100	100
Dauer T1		h	168	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.		N/mm ²	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Änderung T1/T0 max.		%	± 20	± 25	± 20	± 20	± 25	± 25
Reißdehnung min.		%	125	150	175	125	150	150
Änderung T1/T0 max.		%	± 20	± 25	± 20	± 20	± 25	± 25
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)								
Temperatur		°C	80	80	90	80	80	80
Dauer T1		h	–	–	–	–	–	–
Dauer T2		h	168	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.		N/mm ²	–	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Änderung T2/T0 max.		%	± 25	± 25	± 25	± 20	± 25	± 25
Änderung T2/T1 max.		%	–	–	–	–	–	–
Reißdehnung min.		%	–	150	175	125	150	150
Änderung T2/T0 max.		%	± 25	± 25	± 25	± 20	± 25	± 25
Änderung T2/T1 max.		%	–	–	–	–	–	–
Physikalische und chemische Eigenschaften								
Wasseraufnahme								
Temperatur		°C	70	70	70	–	70	70
Dauer		h	240	240	240	–	240	240
a) Änderung der Masse max.		mg/cm ²	–	2	–	–	–	–
b) mit Gleichspannung: kein Durchschlag		V	ok	–	ok	–	ok	–
Masseverlust								
Dauer		h	168	168	168	168	168	168
Temperatur		°C	80	80	100	80	80	80
Masseverlust max.		mg/cm ²	2	2	1,0	2	2	2
Wärme-Druckbeständigkeit								
Dauer		h	4/6	4/6	4/6	4	6	4/6
Temperatur		°C	80	80	90	70	80	80
Koeffizient k			0,8				0,8	0,6
Eindrucktiefe max.		%	50	50	50	50	50	50
Wärme-Schockverhalten								
Dauer		h	1	1	1	1	1	1
Temperatur		°C	150	150	150	150	150	150
Prüfungen bei niedriger Temperatur								
Kälte-Dehnung								
Temperatur		°C	–15	–15	–20	–15	–25	–15
Dehnung min.		%	20	20	40	20	20	20
Kälte-Schlagbeständigkeit am vollständigen Kabel								
Temperatur		°C	–15	–	–	–15	–20	–15
Kälte-Biegebeständigkeit								
Temperatur		°C	–15	–15	–20	–15 oder –25	–25	–15
Thermische Stabilität								
Temperatur		°C	200	–	200	–	–	–
Dauer		min	60	–	100	–	–	–
Isolationswiderstand (Mindestwert)								
Spezifischer Durchgangswiderstand bei 20 °C		Ω cm		10 ¹³		10 ¹⁴		10 ¹³
bei 60 °C		Ω cm				5 · 10 ¹⁰		
bei 70 °C		Ω cm	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰		10 ¹⁰	10 ¹⁰
bei 90 °C		Ω cm						
Isolationswiderstandskonstante K_i bei 70 °C		MΩ cm						
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.								

1	3	10	11	12	13	14	15
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DIV8	DIV9	DIV10	DIV11	DIV12	DIV13
Isolierung		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	70	70	70	70	70	70
Mechanische Eigenschaften							
– Vor Alterung am Prüfstück							
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Reißdehnung min.	%	150	125	150	150	150	125
– Nach Alterung am Prüfstück							
Temperatur	°C	100	90	100	100	100	80
Dauer T1	h	168	240	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Änderung T1/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25	± 20
Reißdehnung min.	%	150	125	150	150	150	125
Änderung T1/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25	± 20
Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)							
Temperatur	°C	80	80	80	80	80	80
Dauer T1	h	–	–	–	–	–	–
Dauer T2	h	168	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	–	–	–	12,5
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25	± 20
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–	–
Reißdehnung min.	%	150	125	150	150	150	125
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25	± 20
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–	–
Physikalische und chemische Eigenschaften							
Wasseraufnahme							
Temperatur	°C	70	60	70	70	70	–
Dauer	h	240	240	240	240	240	–
a) Änderung der Masse max.	mg/cm ²	–	–	–	–	–	–
b) mit Gleichspannung: kein Durchschlag	V	–	1200	ok	ok	ok	–
Masseverlust							
Dauer	h	168	168	–	168	–	168
Temperatur	°C	80	80	–	80	–	80
Masseverlust max.	mg/cm ²	2	2	–	2	–	2
Wärme-Druckbeständigkeit							
Dauer	h	4	andere Prüfung	4/6	4/6	6	4/6
Temperatur	°C	80	–	80	80	80	80
Koeffizient k		0,6 oder 0,7	–	0,6/0,7	0,6	0,6	0,6/0,8
Eindrucktiefe max.	%	50	–	50	50	50	50
Wärme-Schockverhalten							
Dauer	h	1	1	1	1	1	1
Temperatur	°C	150	150	150	150	150	150
Prüfungen bei niedriger Temperatur							
Kälte-Dehnung							
Temperatur	°C	–15	–15	–15	–20	–15	–15
Dehnung min.	%	20	20	20	20	20	20
Kälte-Schlagbeständigkeit am vollständigen Kabel							
Temperatur	°C	–15	–25	–15	–20	–	–15
Kälte-Biegebeständigkeit							
Temperatur	°C	–15	–15	–15	–20	–15	–15
Thermische Stabilität							
Temperatur	°C						
Dauer	min						
Isolationswiderstand (Mindestwert)							
Spezifischer Durchgangswiderstand bei 20 °C	Ω cm	10 ¹³				10 ¹³	–
bei 60 °C	Ω cm						–
bei 70 °C	Ω cm	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰
bei 90 °C	Ω cm						–
Isolationswiderstandskonstante K_i bei 70 °C	MΩ cm						–
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.							

Tabelle 2A – Anforderungen für Isoliermischungen: VPE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kurzzeichen für den Mischungstyp Isolierung Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	(-)	Einheit °C	DIX1 VPE 90	DIX3 VPE 90	DIX4 VPE 90	DIX5 VPE 90	DIX6 VPE 90	DIX7 VPE 90	DIX10 VPE 90
Mechanische Eigenschaften									
– Vor Alterung am Prüfstück									
Zugfestigkeit min.		N/mm ²	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Reißdehnung min.		%	200	200	200	200	200	200	200
– Nach Alterung am Prüfstück									
Temperatur		°C	135	135	135	135	135	135	135
Dauer T1		h	168	168	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.		N/mm ²	–	–	–	12,5	12,5	–	–
Änderung T1/T0 max.		%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25
Reißdehnung min.		%	–	–	–	200	200	–	–
Änderung T1/T0 max.		%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)									
Temperatur		°C	–	100	100	100	100	100	90
Dauer T1		h	–	–	–	–	–	336	–
Dauer T2		h	–	168	168	168	168	1008	168
Zugfestigkeit min.		N/mm ²	–	–	–	12,5	12,5	–	–
Änderung T2/T0 max.		%	–	± 25	± 25	± 25	± 25	± 40	± 40
Änderung T2/T1 max.		%	–	–	–	–	–	± 25	–
Reißdehnung min.		%	–	–	–	200	200	–	–
Änderung T2/T0 max.		%	–	± 25	± 25	± 25	± 25	± 40	± 25
Änderung T2/T1 max.		%	–	–	–	–	–	± 25	–
Physikalische und chemische Eigenschaften									
Wärmedehnung									
Temperatur		°C	150	200	200	200	200	200	200
Dauer		min	15	15	15	15	15	15	15
Mechanische Beanspruchung		N/mm ²	0,20 oder 0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Reißdehnung unter Belastung max.		%	200	175	175	175	175	100	175
Dehnung nach Entlastung max.		%	25	15	15	15	15	15	15
Wasseraufnahme									
Temperatur		°C	–	85	85	85	85	85	85
Dauer		h	–	336	336	336	336	336	336
a) Änderung der Masse max.		mg/cm ²	–	1/5*)	1	1	1	1	1
b) mit Gleichspannung: kein Durchschlag									
Schrumpfung									
Dauer		h	–	1	1	1	1	1	1
Temperatur		°C	–	130	130	130	130	130	130
Schrumpfung max.		%	–	4	4	4	4	4	4
Prüfungen bei niedriger Temperatur									
Kältebehandlung									
Temperatur		°C	–	–	–25	–40	–25	–	–25
Dehnung min.		%	–	–	20	20	20	–	20
Kälte-Schlagbeständigkeit am vollständigen Kabel									
Temperatur		°C	–	–	–25	–40	–20	–	–25
Kälte-Biegebeständigkeit									
Temperatur		°C	–	–	–25 oder –15	–40	–25	–	–
Isolationswiderstand (Mindestwert)									
Spezifischer Durchgangswiderstand bei 20 °C		Ω cm	–	–	–	–	–	–	–
bei 60 °C		Ω cm	–	–	–	–	–	–	–
bei 70 °C		Ω cm	–	–	10 ¹²	–	–	–	10 ¹²
bei 90 °C		Ω cm	–	10 ¹²	–	10 ¹²	10 ¹²	–	–
*) Bei Dichte ≤ 1,02 g/ml: 1 mg/cm ² Bei Dichte > 1,02 g/ml: 5 mg/cm ²									
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.									

Tabelle 2B – Anforderungen für Isolermischungen: EPR

1	2	3	4	5
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DIE3	DIE4	DIE5
Isolierung		EPR	EPR	EPR
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	90	90	90
Mechanische Eigenschaften				
– Vor Alterung am Prüfstück				
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	4,2	5	4,2
Reißdehnung min.	%	200	200	200
Elastizitätsmodul bei 150 % Reißdehnung min.	N/mm ²	–	–	–
– Nach Alterung am Prüfstück				
Temperatur	°C	135	135	135
Dauer T1	h	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	± 30	± 30	± 30
Reißdehnung min.	%	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	± 30	± 30	± 30
– Nach Alterung in der Druckkammer unter Luft bei 0,55 N/mm²				
Temperatur	°C	127	–	127
Dauer T1	h	40	–	40
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	± 30	–	± 30
Reißdehnung min.	%	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	± 30	–	± 30
– Nach Alterung in der Druckkammer unter Sauerstoff bei 2,1 N/mm²				
Temperatur	°C	–	80	–
Dauer T1	h	–	168	–
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	–	± 25	–
Reißdehnung min.	%	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	–	± 25	–
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)				
Temperatur	°C	–	100	100
Dauer T1	h	–	–	–
Dauer T2	h	–	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	–	± 30	± 30
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–
Reißdehnung min.	%	–	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	–	± 30	± 30
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–

1	2	3	4	5
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DIE3	DIE4	DIE5
Isolierung		EPR	EPR	EPR
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	90	90	90
Physikalische und chemische Eigenschaften				
Wärmedehnung				
Temperatur	°C	250	250	250
Dauer	min	15	15	15
Mechanische Beanspruchung	N/mm ²	0,20	0,20	0,20
Reißdehnung unter Belastung max.	%	175	175	175
Dehnung nach Entlastung max.	%	15	15	15
Wärmemodul				
Dauer	min		15	
Temperatur	°C		130	
Festigkeit bei 100 % min.	N/mm ²		1,75	
Wasseraufnahme				
Temperatur	°C	85	70	85
Dauer	h	336	336	336
a) Änderung der Masse max.	mg/cm ²	5	0,8	5
b) mit Gleichspannung: kein Durchschlag				
Isolationswiderstand k_i (Mindestwert)				
bei 20 °C	Ω km	–	–	–
bei 60 °C	Ω km	–	–	–
bei 70 °C	Ω km	–	–	–
bei 90 °C	Ω km	–	–	0,367
Ozon-Beständigkeit				
Dauer	h	24	24	30
Konzentration von Ozon	%	(250 bis 300) 10 ⁻⁸	(250 bis 300) 10 ⁻⁸	(250 bis 300) 10 ⁻⁸
Temperatur	°C			
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.				

Tabelle 2C – Anforderungen für Isoliermischungen: HEPR

1	2	3	4	5
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DIH1	DIH2	DIH3
Isolierung		HEPR	HEPR	HEPR
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	90	90	90
Mechanische Eigenschaften				
– Vor Alterung am Prüfstück				
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	8,5	8,5	8,5
Reißdehnung min.	%	200	200	200
Elastizitätsmodul bei 150 % Reißdehnung min.	%	4,5	–	–
– Nach Alterung am Prüfstück				
Temperatur	°C	135	135	135
Dauer T1	h	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	± 30	± 30	± 30
Reißdehnung min.	%	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	± 30	± 30	± 30
– Nach Alterung in der Druckkammer unter Luft bei 0,55 N/mm²				
Temperatur	°C	127	127	127
Dauer T1	h	40	40	40
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	± 30	± 30	± 30
Reißdehnung min.	%	–	–	–
Änderung T1/T0 max.	%	± 30	± 30	± 30
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)				
Temperatur	°C	100	100	100
Dauer T1	h	–	–	–
Dauer T2	h	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	± 30	± 30	± 30
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–
Reißdehnung min.	%	–	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	± 30	± 30	± 30
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–
Physikalische und chemische Eigenschaften				
Wärmedehnung				
Temperatur	°C	250	250	250
Dauer	min	15	15	15
Mechanische Beanspruchung	N/mm ²	0,20	0,20	0,20
Reißdehnung unter Belastung max.	%	100	175	100
Dehnung nach Entlastung max.	%	10	15	25

1	2	3	4	5
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DIH1	DIH2	DIH3
Isolierung		HEPR	HEPR	HEPR
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	90	90	90
Wasseraufnahme				
Temperatur	°C	100	85	85
Dauer	h	24	336	336
a) Änderung der Masse max.	mg/cm ²	3	5	5
b) mit Gleichspannung: kein Durchschlag		–	–	–
Härte				
Shore-D min.	%	–	80	80
Isolationswiderstand K_i (Mindestwert)				
bei 20 °C	MΩ km	5000	–	–
bei 60 °C	MΩ km	–	3,67	–
bei 70 °C	MΩ km	–	–	–
bei 90 °C	MΩ km	5,00	–	3,67
Ozonbeständigkeit				
Dauer	h	30	30	30
Konzentration von Ozon	%	(250 bis 300) 10 ⁻⁸	(250 bis 300) 10 ⁻⁸	(250 bis 300) 10 ⁻⁸
Temperatur	°C			
ANMERKUNG: Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.				

Tabelle 3 – Anforderungen für Mantelmischungen: PCP

1	2	3
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DMR1
Mantel		PCP
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	90
Mechanische Eigenschaften		
– Vor Alterung am Prüfstück		
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	10
Reißdehnung min.	%	300
– Nach Alterung am Prüfstück		
Temperatur	°C	100
Dauer T1	h	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–
Änderung T1/TO max.	%	±30
Reißdehnung min.	%	–
Änderung T1/TO max.	%	–
– Nach Alterung in Öl		
Temperatur	°C	70
Dauer T1	h	4
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–
Änderung T1/TO max.	%	80
Reißdehnung min.	%	–
Änderung T1/TO max.	%	80
Physikalische und chemische Eigenschaften		
Wärmedehnung		
Temperatur	°C	–
Dauer	min	–
Mechanische Beanspruchung	N/mm ²	–
Reißdehnung unter Belastung max.	%	–
Dehnung nach Entlastung max.	%	–
Wasseraufnahme		
Temperatur	°C	70
Dauer	h	336
a) Änderung der Masse max.	mg/cm ²	4,65
b) mit Gleichspannung		
Rußgehalt		
Minimum	%	
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.		

Tabelle 4A – Anforderungen für Mantelmischungen: PVC

1	2	3	4	5	6	7	8
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DMV1	DMV2	DMV5	DMV6	DMV7	DMV8
Mantel		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	70	70	80	90	70	90
Mechanische Eigenschaften							
– Vor Alterung am Prüfstück							
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Reißdehnung min.	%	125	150	150	150	125	150
– Nach Alterung am Prüfstück							
Temperatur	°C	80	80	100	100	80	100
Dauer T1	h	168	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Änderung T1/T0 max.	%	± 20	± 20	± 20	± 25	± 20	± 25
Reißdehnung min.	%	125	150	150	150	125	150
Änderung T1/T0 max.	%	± 20	± 20	± 20	± 25	± 20	± 25
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)							
Temperatur	°C	80		90	100	80	100
Dauer T1	h	–	–	–	–	–	–
Dauer T2	h	168	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	12,5	12,5	12,5	12,5
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 20	± 25
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–	–
Reißdehnung min.	%	–	–	150	150	125	150
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 20	± 25
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–	–
Physikalische und chemische Eigenschaften							
Masseverlust							
Dauer	h	168	168	168	168	168	168
Temperatur	°C	100	100	100	100	80	100
Masseverlust max.	mg/cm ²	2	1,5	1,5	1,5	2	1,5
Wärme-Druckbeständigkeit							
Dauer	h	4/6	4/6	4/6	4/6	4	6
Temperatur	°C	80	90	90	90	70	90
Koeffizient k		0,8	–	–	–	–	0,8
Eindrucktiefe max.	%	50	50	50	50	50	50
Wärme-Schockverhalten							
Dauer	h	1	1	1	1	1	1
Temperatur	°C	150	150	150	150	130	150
Prüfungen bei niedriger Temperatur							
Kälte-Dehnung							
Temperatur min.	°C	–15	–15	–20	–15	–15	–40
Dehnung	%	20	–	20	20	20	20
Kälte-Schlagbeständigkeit							
Temperatur	°C	–15	–15	–20	–15	–15	–40
Kälte-Biegebeständigkeit							
Temperatur	°C	–15	–15	–20	–15	–25/–15	–40
Thermische Stabilität							
Temperatur	°C	200	–	200	200	–	200
Dauer	min	30	–	60	80	–	100
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.							

Tabelle 4A – Anforderungen für Mantelmischungen: PVC (fortgesetzt)

1	2	10	11	12	13	14	15
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DMV9	DMV10	DMV11	DMV12	DMV13	DMV14
Mantel		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	70	90	90	80	90	70
Mechanische Eigenschaften							
– Vor Alterung am Prüfstück							
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	12,5	17,5	12,5	12,5	12,5
Reißdehnung min.	%	150	150	200	150	125	125
– Nach Alterung am Prüfstück							
Temperatur	°C	100	100	100	100	100	80
Dauer T1	h	168	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	12,5	17,5	12,5	12,5	12,5
Änderung T1/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 20	± 25
Reißdehnung min.	%	150	150	200	150	125	125
Änderung T1/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 20	± 25
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)							
Temperatur	°C	80	100	100	90	100	80
Dauer T1	h	–	–	336	–	–	–
Dauer T2	h	168	168	1008	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	12,5	–	12,5	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 40	± 25	± 20	± 25
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	± 25	–	–	–
Reißdehnung min.	%	150	150	–	150	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 40	± 25	± 20	± 25
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	± 25	–	–	–
Physikalische und chemische Eigenschaften							
Masseverlust							
Dauer	h	168	168	168	168	–	168
Temperatur	°C	80	100	100	80	–	80
Masseverlust max.	mg/cm ²	2	1,5	2	2	–	2
Wärme-Druckbeständigkeit							
Dauer	h	6	6	4/6	4/6	4/6	4
Temperatur	°C	80	90	80	80	90	80
Koeffizient k		0,8	0,8	0,8	0,8	0,6/0,7	0,6 o. 0,7
Eindrucktiefe max.	%	50	50	50	50	50	50
Wärme-Schockverhalten							
Dauer	h	1	1	1	1	1	1
Temperatur	°C	150	150	150	150	150	150
Prüfungen bei niedriger Temperatur							
Kälte							
Kälte-Dehnung							
Temperatur	°C	25	25	15	15	15	15
Dehnung min.	%	20	20		20	20	20
Kälte-Schlagbeständigkeit							
Temperatur	°C	20	20	15	15	15	15
Kälte-Biegebeständigkeit							
Temperatur	°C	25	25	15	15	15	15
Thermische Stabilität							
Temperatur	°C	–	200	–	–	–	–
Dauer	min	–	100	–	–	–	–
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.							

Tabelle 4A – Anforderungen für Mantelmischungen: PVC (fortgesetzt)

1	2	16	17	18	19	20
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DMV15	DMV16	DMV17	DMV18	DMV19
Mantel		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	90	90	80	90	80
Mechanische Eigenschaften						
– Vor Alterung am Prüfstück						
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	15	12,5	12,5	12,5
Reißdehnung min.	%	150	150	150	150	150
– Nach Alterung am Prüfstück						
Temperatur	°C	100	90	100	100	100
Dauer T1	h	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	15	12,5	12,5	12,5
Änderung T1/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25
Reißdehnung min.	%	150	150	150	150	150
Änderung T1/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)						
Temperatur	°C	100	90	80	100	80
Dauer T1	h	–	–	–	–	–
Dauer T2	h	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	15	–	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–
Reißdehnung min.	%	–	150	–	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 25	± 25	± 25
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–
Physikalische und chemische Eigenschaften						
Masseverlust						
Dauer	h	168	168	–	168	168
Temperatur	°C	100	100	–	100	80
Masseverlust max.	mg/cm ²	1,5	2	–	1,5	2
Wärme-Druckbeständigkeit						
Dauer	h	6	4	4/6	4/6	4/6
Temperatur	°C	90	80	80	80	80
Koeffizient k		0,6 oder 0,7	0,8	0,6 oder 0,7	0,8	0,8
Eindrucktiefe max.	%	50	50	50	50	50
Wärme-Schockverhalten						
Dauer	h	1	1	1	1	1
Temperatur	°C	150	150	150	150	150
Prüfungen bei niedriger Temperatur						
Kältebehandlung						
Temperatur min.	°C	–15	–25	–15	–15	–20
Dehnung	%	20	20	20	20	20
Kälte-Schlagbeständigkeit						
Temperatur	°C	–15	–25	–15	–15	–20
Kälte-Biegebeständigkeit						
Temperatur	°C	–15	–15	–15	–15	–20
Thermische Stabilität						
Temperatur	°C	–	–	–	–	–
Dauer	min	–	–	–	–	–
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.						

Tabelle 4A – Anforderungen für Mantelmischungen: PVC (abgeschlossen)

1	2	21	22	23	24	25
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DMV20	DMV21	DMV22	DMV23	DMV24
Mantel		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	90	90	90	70	70
Mechanische Eigenschaften						
– Vor Alterung am Prüfstück						
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	12,5	12,5	12,5	15
Reißdehnung min.	%	150	150	125	150	150
– Nach Alterung am Prüfstück						
Temperatur	°C	100	100	80	100	90
Dauer T1	h	168	168	168	168	240
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	12,5	12,5	12,5	12,5	15
Änderung T1/T0 max.	%	± 25	± 25	± 20	± 25	± 25
Reißdehnung min.	%	150	150	125	150	150
Änderung T1/T0 max.	%	± 25	± 25	± 20	± 25	± 25
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)						
Temperatur	°C	100	100	80	100	80
Dauer T1	h	–	–	–	–	–
Dauer T2	h	168	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	12,5	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 20	± 25	± 25
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–
Reißdehnung min.	%	–	–	125	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	± 25	± 20	± 25	± 25
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–
Physikalische und chemische Eigenschaften						
Masseverlust						
Dauer	h	168	168	168	168	168
Temperatur	°C	100	100	80	100	100
Masseverlust max.	mg/cm ²	1,5	1,5	2	1,5	2
Wärme-Druckbeständigkeit						
Dauer	h	4/6	4/6	4/6	4/6	4
Temperatur	°C	90	90	80	90	80
Koeffizient k		0,8	0,8	0,6/0,8	0,6/0,8	0,8
Eindrucktiefe max.	%	50	50	50	50	50
Wärme-Schockverhalten						
Dauer	h	1	1	1	1	1
Temperatur	°C	150	150	150	150	150
Prüfungen bei niedriger Temperatur						
Kälte-dehnung						
Temperatur min.	°C	–25	–25	–15	–15	–25
Dehnung min.	%	20	20	20	20	20
Kälte-Schlagbeständigkeit						
Temperatur	°C	–25	–20	–15	–15	–25
Kälte-Biegebeständigkeit						
Temperatur	°C	–15	–20	–15	–15	–15
Thermische Stabilität						
Temperatur	°C	–	–	–	–	–
Dauer	min	–	–	–	–	–
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.						

Tabelle 4B – Anforderungen für Mantelmischungen: PE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DMP1	DMP2	DMP3	DMP4	DMP5	DMP6	DMP7	DMP8
Mantel		PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	°C	70	90	80	80	90	90	90	90
Mechanische Eigenschaften									
– Vor Alterung am Prüfstück									
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	18	18	10	10	12,5	10	10	10
Reißdehnung min.	%	300	300	300	300	300	300	300	300
– Nach Alterung am Prüfstück									
Temperatur	°C	110	110	100	100	110	100	100	100
Dauer T1	h	336	336	240	240	336	240	240	240
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	10	10	–	–	–	10
Änderung T1/T0 max.	%	–	–	–	–	–	–	–	–
Reißdehnung min.	%	300	300	300	300	300	300	300	300
Änderung T1/T0 max.	%	–	–	–	–	–	–	–	–
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)									
Temperatur	°C	80	100	–	–	100	90	100	100
Dauer T1	h	–	–	–	–	–	–	–	–
Dauer T2	h	168	168	–	–	168	168	168	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–	–	–	–	–	–	–	–
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	–	–	–	–	–	–	–
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–	–	–	–
Reißdehnung min.	%	–	300	–	–	300	300	300	300
Änderung T2/T0 max.	%	± 25	–	–	–	–	–	–	–
Änderung T2/T1 max.	%	–	–	–	–	–	–	–	–
Physikalische und chemische Eigenschaften									
Wärme-Druckbeständigkeit									
Dauer	h	4/6	4/6	–	4	6	–	4/6	4
Temperatur	°C	115	115	–	115	115	–	90	90
Koeffizient k		0,8	–	–	–	–	–	0,6/0,7	–
Eindrucktiefe max.	%	30	30	–	30	50	–	50	50
Schrumpfung									
Dauer	h	–	–	–	–	5	–	–	–
Temperatur	°C	–	–	–	–	80	–	–	–
Schrumpfung max.	%	–	–	–	–	3	–	–	–
Prüfungen bei niedriger Temperatur									
Kälte-Dehnung									
Temperatur	°C	–	–	–	–	–	–	–20	–25
Dehnung min.	%	–	–	–	–	–	–	20	20
Kälte-Schlagbeständigkeit									
Temperatur	°C	–	–	–	–	–	–	–20	20
Kälte-Biegebeständigkeit									
Temperatur	°C	–	–	–	–	–	–	–20	–25
Rußgehalt	%	2,5 ± 0,5	2,5 ± 0,5	–	2	2,5 ± 0,5	–	≥ 2,0	2,5 ± 0,5
Shore-D-Härte min.		55	55	–	–	–	–	–	–
Schmelzindex max.		–	–	0,4	0,4	–	–	–	–
Spannungsrisssbeständigkeit									
Dauer	h	keine Risse 48	keine Risse 1000	–	–	–	–	–	–
ANMERKUNG: Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.									

Tabelle 4C – Anforderungen für Mantelmischungen: PO

1	2	3
Kurzzeichen für den Mischungstyp	Einheit	DMO1
Mantel	°C	PO
Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb		90
Mechanische Eigenschaften		
– Vor Alterung am Prüfstück		
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	15
Reißdehnung min.	%	500
– Nach Alterung am Prüfstück		
Temperatur	°C	110 ± 2
Dauer T1	h	168
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–
Änderung T1/T0 max.	%	–
Reißdehnung min.	%	300
Änderung T1/T0 max.	%	–
– Nach Alterung am vollständigen Kabel (gegenseitige Beeinflussung)		
Temperatur	°C	110 ± 2
Dauer T1	h	–
Dauer T2	h	336
Zugfestigkeit min.	N/mm ²	–
Änderung T2/T1 max.	%	–
Reißdehnung min.	%	300
Änderung T2/T1 max.		–
Physikalische und chemische Eigenschaften		
– Masseverlust		
Dauer	h	168
Temperatur	°C	100 ± 2
Masseverlust max.	mg/cm ²	0,5
– Wärme-Druckbeständigkeit		
Dauer	h	6
Temperatur	°C	115 ± 2
Koeffizient <i>k</i>		0,7
Eindrucktiefe max.	%	50
– Reißfestigkeit		
Temperatur	°C	20 ± 5
Schrumpfung max.	%	24
– Schrumpfung		
Dauer	h	5 x 5
Temperatur	°C	80 ± 2
Widerstand min.	%	7
– Prüfungen bei niedriger Temperatur Kälte-Dehnung		
Temperatur	°C	–30 ± 2
Dehnung min.	%	20

1	2	3
Kurzzeichen für den Mischungstyp Mantel Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb	Einheit °C	DMO1 PO 90
– Abriebbeständigkeit Temperatur Masse Geschwindigkeit Anzahl der Kratzer	°C kg m/s	20 ± 5 48 0,3 ± 15 % 8
– Wasseraufnahme Temperatur Dauer a) Änderung der Masse max. b) mit Gleichspannung: kein Durchschlag	°C h mg/cm ² V	85 ± 2 336 0,5
– Schwermetallgehalt Blei min.	%	frei
– Rußgehalt min.	%	2,5 ± 0,5
– Niedriger Gehalt an Säuregasen, die während der Verbrennung frei werden pH min. Leitfähigkeit max.	µS/mm	4,3 10
– Beständigkeit gegen UV-Strahlen Zugfestigkeit min. Änderung T1/T0 max. Reißdehnung min. Änderung T1/T0 max. Ausbleichung	N/mm ² % % %	– 15 – 15 schwach
ANMERKUNG Für die Toleranz der Temperaturwerte gilt 1.5.2 von HD 605, wenn in den einzelnen Hauptabschnitten nicht anders angegeben.		

Tabelle 5 – Wanddicke der Isolierung

1	2	3	4
Nennquerschnitt des Leiters mm ²	Wanddicke der Isolierung mm		
	PVC	VPE und HEPR	EPR
1,5 und 2,5	0,8	0,7	1,0
4 und 6	1,0	0,7	1,0
10 und 16	1,0	0,7	1,0
25 und 35	1,2	0,9	1,2
50	1,4	1,0	1,4
70	1,4	1,1	1,4
95	1,6	1,1	1,6
120	1,6	1,2	1,6
150	1,8	1,4	1,8
185	2,0	1,6	2,0
240	2,2	1,7	2,2
300	2,4	1,8	2,4
400	2,6	2,0	2,6
500	2,8	2,2	2,8
630	2,8	2,4	2,8
800	2,8	2,6	2,8
1 000	3,0	2,8	3,0

– Leerseite –

TEIL 3 – PVC-ISOLIERTE KABEL – UNBEWEHRT

Hauptabschnitt 3G – Kabel mit (Bauart 3G-1) oder ohne (Bauart 3G-2) konzentrischen Leiter

Inhalt

	Seite
I Allgemeines	3-G-4
II Anforderungen an den Aufbau	3-G-5
1 Leiter	3-G-5
1.1 Werkstoff.....	3-G-5
1.2 Maße von Rundleitern (Durchmesser)	3-G-5
1.3 Maße von Sektorleitern	3-G-5
1.4 Zugfestigkeit von Aluminiumleitern.....	3-G-5
1.5 Kreuzungsstellen bei mehrdrähtigen Leitern.....	3-G-5
1.6 Leiterwiderstand	3-G-5
1.7 Zulässige Leiterbauarten	3-G-5
1.8 Leiter mit geringerem Querschnitt	3-G-5
1.9 Zusätzliche Ader von 1,5 mm ² , mit eindrätigem Leiter.....	3-G-5
2 Isolierung	3-G-6
2.1 Werkstoff.....	3-G-6
2.2 Wanddicke der Isolierung	3-G-6
2.3 Aderkennzeichnung.....	3-G-6
3 Verseilung der Adern.....	3-G-6
3.1 Verseilung.....	3-G-6
3.2 Zwickelfüllungen	3-G-6
4 Gemeinsame Aderumhüllung	3-G-6
4.1 Aufbau von Kabeln	3-G-6
4.2 Dicke.....	3-G-6
5 Konzentrischer Leiter.....	3-G-7
5.1 Aufbau	3-G-7
5.2 Gleichstromwiderstand	3-G-7
5.3 Querleitwendeln aus Kupfer	3-G-7
5.4 Abstand zwischen benachbarten Drähten.....	3-G-7
6 Außenmantel	3-G-7
6.1 Werkstoff.....	3-G-7
6.2 Farbe	3-G-7
6.3 Wanddicke	3-G-7
7 Außendurchmesser	3-G-7
8 Kennzeichnung auf dem Außenmantel	3-G-8
8.1 Angabe des Herstellers und des Herstellerjahres	3-G-8
8.2 Angabe des Bauartkurzzeichens und der Nennspannung <i>U</i>	3-G-8

	Seite
8.3 Wiederholung der Kennzeichen.....	3-G-8
8.4 Beständigkeit	3-G-8
8.5 Lesbarkeit	3-G-8
8.6 Übereinstimmung mit HD 603.3G.....	3-G-8
8.7 Längenmarkierung für im Wesentlichen runde Kabel mit Außendurchmessern ≥ 10 mm.....	3-G-8
9 Typkurzzeichen.....	3-G-8
III Prüfanforderungen	3-G-9
1 Stückprüfungen.....	3-G-9
2 Auswahlprüfungen	3-G-9
3 Typprüfungen (elektrische Eigenschaften)	3-G-10
4 Typprüfungen (nichtelektrische Eigenschaften)	3-G-10
5 Elektrische Prüfungen nach der Verlegung	3-G-12
IV Leitfaden für die Verwendung.....	3-G-12
1 Hinweise für die Verwendung	3-G-12
2 Hinweise für Lagerung und Transport	3-G-12
3 Hinweise für die Verlegung.....	3-G-13
4 Hinweise zur Fehlersuche	3-G-14
V Strombelastbarkeit.....	3-G-15
VI Anhang (Tabellen)	3-G-17
Tabelle 1 – Eindräftige Sektorleiter aus Aluminium (Klasse 1); $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$	3-G-17
Tabelle 2 – Mehrdräftige Sektorleiter aus Aluminium oder Kupfer (Klasse 2); $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$	3-G-18
Tabelle 3 – Mehrdräftige Sektorleiter aus Aluminium oder Kupfer (Klasse 2); $\alpha = 60^\circ$, $\alpha = 100^\circ$	3-G-19
Tabelle 4 – Zulässige Leiterbauarten.....	3-G-20
Tabelle 5 – Zuordnung der Leiter geringeren Querschnitts	3-G-20
Tabelle 6 – Aderkennzeichnung in mehradrigen Kabeln durch Farben.....	3-G-20
Tabelle 7 – Dicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung	3-G-21
Tabelle 8 – Anzahl, Mindestquerschnitte und maximale Abstände zwischen Windungen von Querleiterwendeln aus Kupfer	3-G-21
Tabelle 9 – Kabel mit Kupferleiter ohne konzentrischen Leiter (Bauart 3G-2)	3-G-22
Tabelle 10 – Kabel mit Kupferleiter und konzentrischem Leiter (Bauart 3G-1)	3-G-23
Tabelle 11 – Kabel mit Aluminiumleitern ohne konzentrischen Leiter (Bauart 3G-2) und mit konzentrischem Leiter (Bauart 3G-1).....	3-G-24
Tabelle 12 – Typkurzzeichen (vorläufig)	3-G-25
Tabelle 13 – Spulenkerndurchmesser von Kabelspulen	3-G-25
Tabelle 14 – Belastbarkeit, Kabel in Erde (empfohlene Werte).....	3-G-26
Tabelle 15 – Belastbarkeit, Kabel in Luft (empfohlene Werte)	3-G-27
Tabelle 16 – Definition des Belastungsgrades.....	3-G-28
Tabelle 17 – Zulässige Kurzschlusstemperaturen und Bemessungs-Kurzzeitstromdichten	3-G-28

Verweisungen

In diesem Hauptabschnitt 3-G von HD 603 wird auf andere Teile dieses Harmonisierungsdokuments und folgende andere Harmonisierungsdokumente und internationale Normen verwiesen:

HD 308	Kennzeichnung der Adern von Kabeln/Leitungen und flexiblen Leitungen.
HD 383	Leiter für Kabel und isolierte Leitungen (Übernahme von IEC 60228 und IEC 60228A).
HD 402	Farben für Niederfrequenz-Kabel und -Drähte.
HD 605	Elektrische Kabel: Ergänzende Prüfverfahren.
EN 50265 (Reihe)	Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader oder einem Kabel.
EN 60811 (Reihe)	Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen – Allgemeine Prüfverfahren.
IEC 60183	Guide to the selection of high-voltage cables.
IEC 60502-1	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)

In allen Fällen, in denen auf andere Harmonisierungsdokumente oder Internationale Normen verwiesen wird, gilt die jeweils letzte Ausgabe dieses Dokuments.

I Allgemeines

Diese Norm legt den Aufbau, die Maße und die Prüfanforderungen von Starkstromkabeln mit PVC-Isolierung und mit (Bauart 3G-1) oder ohne (Bauart 3G-2) konzentrischen Leiter für Nennspannungen (U_0/U) 0,6/1 kV fest.

a) Isolierwerkstoff

Die Isolierung nach dieser Norm muss aus Polyvinylchlorid bestehen und [Tabelle 1](#), Typ DIV4, in HD 603, [Teil 1](#), entsprechen.

b) Nennspannung

0,6/1 kV

i) Begriffe: siehe HD 603, [2.3 von Teil 1](#) und HD 603, [Teil 3](#), [Hauptabschnitt 3G](#), [Hauptabschnitt IV](#), [Abschnitt 1, Nr. 2](#)

ii) Kabel nach dieser Norm sind geeignet für Kategorie B nach IEC 60183. Die Dauer eines Erdschlusses darf 8 h nicht überschreiten. Die Gesamtdauer aller Erdschlüsse in einem Jahr sollte 125 h nicht überschreiten.

c) Höchste zulässige Temperaturen am Leiter für die Isolermischung

i) bei ungestörtem Betrieb 70 °C

ii) bei Kurzschluss für Nennquerschnitte $\leq 300 \text{ mm}^2$: 160 °C

(Dauer max. 5 s) für Nennquerschnitte $> 300 \text{ mm}^2$: 140 °C

d) Mantelwerkstoff

Der Mantel muss für die höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb geeignet sein. Er muss aus PVC bestehen und [Tabelle 4A](#), Typ DMV5, in HD 603, [Teil 1](#), entsprechen.

e) Prüfbedingungen

siehe [HD 605](#)

II Anforderungen an den Aufbau

	Kabelaufbauelement	Anforderungen	
		HD	Zusätzliche
1	Leiter	5.1 von HD 603.1	
1.1	Werkstoff		
	a) Allgemeines	5.1.1 von HD 603.1	
	b) Reinheit des Aluminiums		≥ 99,5 %
1.2	Maße von Rundleitern (Durchmesser)	HD 383	
	a) eindrätig		
	Kupferleiter	Tabelle 1, Spalte 2	
	Aluminiumleiter	Tabelle 2, Spalten 2, 3	
	b) mehrdrätig, verdichtet	Tabelle 2, Spalten 4, 5	Alle Querschnitte ≥ 50 mm ² müssen verdichtet sein.
	c) mehrdrätiger, unverdichteter Kupferleiter	Tabelle 1, Spalte 3	
1.3	Maße von Sektorleitern		
	a) eindrätig, Aluminium 90/120°		Anhang, Tabelle 1
	b) mehrdrätig		
	90/120°		Anhang, Tabelle 2
	60/100°		Anhang, Tabelle 3
1.4	Zugfestigkeit von Aluminiumleitern		
	a) Drähte für mehrdrätige Leiter vor der Verarbeitung zum Leiter		zwischen 130 N/mm ² und 200 N/mm ²
	b) eindrätige Leiter nach der Verarbeitung zum Kabel		
	bis 25 mm ²		100 N/mm ² bis 130 N/mm ²
	35 mm ² bis 50 mm ²		80 N/mm ² bis 110 N/mm ²
	70 mm ² und mehr		60 N/mm ² bis 90 N/mm ²
1.5	Kreuzungsstellen bei mehrdrätigen Leitern		
	Länge der Berührungsfläche zweier sich kreuzender Drähte der beiden äußeren Lagen (nur bei Lagen mit Gleichschlag)		≤ 12facher Drahtdurchmesser ANMERKUNG Als Berührungsfläche gilt die Projektion eines Einzeldrahtes auf den darunter liegenden (theoretischer Wert).
1.6	Leiterwiderstand	HD 383	
1.7	Zulässige Leiterbauarten		Anhang, Tabelle 4
1.8	Leiter mit geringerem Querschnitt		
	a) Anzahl		1
	b) Querschnitt		Anhang, Tabelle 5
	c) Anordnung		isoliert, verseilt oder konzentrisch ohne Isolierung über der gemeinsamen Aderumhüllung
1.9	Zusätzliche Ader von 1,5 mm ² , mit eindrätigem Leiter		
	a) zulässige Anzahl		1

II Anforderungen an den Aufbau (fortgesetzt)

Kabelaufbauelement		HD	Anforderungen
			Zusätzliche
	b) Anordnung		In einem Außenzwickel von mehradrigen Kabeln, jedoch darf diese Ader nicht über den Verseildurchmesser der übrigen Adern hinausragen und die Aderisolierhülle verformen.
2	Isolierung	5.2 von HD 603.1	
2.1	Werkstoff	HD 603.1, Tabelle 1 Mischung DIV4	
2.2	Wanddicke der Isolierung		ANMERKUNG: Die Wanddicke von Trennschichten auf dem Leiter oder über der Isolierung darf nicht in die Wanddicke der Isolierung eingerechnet werden.
	a) Nennwert	HD 603.1, Tabelle 5	
	b) Mittelwert, Mindestwert	5.2.3 von HD 603.1	
2.3	Aderkennzeichnung	Abschnitt 4 von HD 603.1	
	a) Farbe der Adern von mehradrigen Kabeln ohne konzentrischen Leiter		Anhang, Tabelle 6, Spalten 2 und 3
	b) Farbe der Adern von mehradrigen Kabeln mit konzentrischem Leiter (nur Adern)		Anhang, Tabelle 6, Spalte 4
	c) Farbe der zusätzlichen Ader mit 1,5 mm ² Leiter		Schwarz
	d) Farbe der Ader von einadrigen Kabeln		Schwarz oder Grün-Gelb
3	Verseilung der Adern		
3.1	Verseilung	5.3 von HD 603.1	Die Adern von mehradrigen Kabeln müssen verseilt sein, Haltebänder sind zulässig.
3.2	Zwickelfüllungen	5.4 von HD 603.1	
	a) Innenzwickel		Zwickelkern aus nichthygroroskopischem Werkstoff im Innenzwickel
	dreiadrige Kabel mit konzentrischem Leiter und vieradrige Kabel, beide mit Querschnitten ≥ 35 mm ² und extrudierter gemeinsamer Aderumhüllung		Der Zwickelkern muss den Innenzwickel gut ausfüllen.
	b) Außenzwickel		Zwickelfüllungen sind zulässig.
4	Gemeinsame Aderumhüllung	5.5 von HD 603.1	
4.1	Aufbau von Kabeln mit		
	a) Kupferleiter		Papier- oder Kunststoffband oder extrudierte Füllmischung
	b) Aluminiumleiter		Extrudierte Füllmischung
4.2	Dicke		
	a) bei Kabeln mit extrudierter gemeinsamer Aderumhüllung		Anhang, Tabelle 7, Spalte 2 (Mindestwert nach Spalte 3)
	– ohne konzentrischen Leiter		
	– mit konzentrischem Leiter		Ein stärkeres Eindringen der Drähte in die extrudierte gemeinsame Aderumhüllung ist nicht als fehlerhaft zu bewerten, jedoch muss die gemeinsame Aderumhüllung die Adern lückenlos umschließen.

II Anforderungen an den Aufbau (fortgesetzt)

	Kabelaufbauelement	Anforderungen	
		HD	Zusätzliche
	b) Kabel mit gewickelter gemeinsamer Aderumhüllung für fiktive Durchmesser ¹⁾ über den verseilten Adern – bis 40 mm – über 40 mm		0,4 mm (Richtwert) 0,6 mm (Richtwert) Der Richtwert darf an keiner Stelle um mehr als 50 % unterschritten werden.
5	Konzentrischer Leiter (falls erforderlich)	5.7 von HD 603.1	
5.1	Aufbau		Kupferdrähte mit einer oder zwei Querleitwendeln aus Kupfer über der gemeinsamen Aderumhüllung
5.2	Gleichstromwiderstand	HD 383	Bei Kabeln mit Aluminiumleitern (Außenleitern) darf der Gleichstromwiderstand des konzentrischen Kupferleiters den eines Aluminiumleiters vom angegebenen Nennquerschnitt nicht überschreiten.
5.3	Querleitwendeln aus Kupfer a) Anzahl, Mindestquerschnitt und größter Abstand zwischen zwei benachbarten Windungen von Querleitwendeln b) Dicke		Anhang, Tabelle 8 0,1 bis 0,3 mm
5.4	Abstand zwischen benachbarten Drähten a) mittlerer Abstand zwischen (benachbarten) Einzeldrähten b) größter Abstand zwischen zwei benachbarten Drähten		4 mm (Richtwert) 8 mm
6	Außenmantel	5.8 von HD 603.1	
6.1	Werkstoff	HD 603.1, Tabelle 4A Mischung DMV5	
6.2	Farbe		Schwarz, durchgehend gefärbt
6.3	Wanddicke a) Nennwanddicke b) Mindestwanddicke		$t_s = 0,035 D_A + 1,0 \text{ mm}$ $D_A =$ Fiktiver Durchmesser ¹⁾ unter dem Mantel Die Nennwanddicke darf nicht kleiner als 1,8 mm sein. Die Wanddicke darf den Nennwert an keiner Stelle unterschreiten.
7	Außendurchmesser (Mindest- und Höchstwerte)		Für Vorzugsbauarten Anhang, Tabellen 9 bis 11. Bei Kabeln mit zusätzlichen Aufbauelementen, z. B. zur Erhöhung der Kurzschlussfestigkeit, dürfen die angegebenen Werte überschritten werden.

(fortgesetzt)

1) Siehe IEC 60502-1, Anhang A.

II Anforderungen an den Aufbau (abgeschlossen)

	Kabelaufbauelement	HD	Anforderungen
			Zusätzliche
8	Kennzeichnung auf dem Außenmantel	Abschnitt 3 von HD 603.1	
8.1	Angabe des Herstellers und Herstelljahres	3.1 von HD 603.1	Firmenname oder Firmenzeichen, aus dem der Hersteller ersichtlich ist; das Firmenzeichen muss dem Hersteller als Warenzeichen geschützt sein.
8.2	Angaben des Bauartkurzzeichens und der Nennspannung <i>U</i>		Anhang, Tabelle 12
8.3	Wiederholung der Kennzeichen	3.2 von HD 603.1	Abstand zwischen dem Anfang des einen und dem Anfang des nächsten Kennzeichens: ≤ 50 cm
8.4	Beständigkeit	3.3 von HD 603.1	
8.5	Lesbarkeit	3.4 von HD 603.1	
8.6	Übereinstimmung mit HD 603.3G		Kennzeichnung entsprechend dem vereinbarten Verfahren
8.7	Längenmarkierung für im Wesentlichen runde Kabel mit Außendurchmessern ≥ 10 mm		<p>Auf dem Mantel in 4-stelligen Maßzahlen anzugeben. Die Längenmarkierung muss der natürlichen Zahlenreihe folgen und darf auf jedem Kabelstück mit einer beliebigen Zahl beginnen.</p> <p>Die Abweichung der durch die Längenmarkierung ausgewiesenen Kabellänge beträgt bis zu 1 %.</p> <p>ANMERKUNG Die Längenmarkierung, die nicht eichfähig ist, stellt ein Hilfsmittel z. B. für eine einfache Aufmaßermittlung nach der Verlegung oder für die Feststellung der auf der Spule verbliebenen Restlänge dar.</p> <p>Unvollständige Längenmarkierungen oder auf kurzen Strecken fehlende Längenmarkierungen gelten nicht als Mängel, vorausgesetzt, dass die Kabellänge durch die angegebenen Längenmarkierungen bestimmt werden kann. Zur Bestimmung der Lieferlänge sind geeichte Kabelmaßvorrichtungen zu verwenden.</p>
9	Typkurzzeichen		Anhang, Tabelle 12

III Prüfanforderungen

1 Stückprüfungen

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ^{*)}	Prüfmethoden
1	Leiterwiderstand – Probe a) Fertigungslänge oder b) Kurze Kabelprobe aus der Fertigungslänge – Konditionierung bei a): bei Raumtemperatur bei b): in temperiertem Wasserbad – Dauer der Konditionierung bei a): min. 12 h, falls erforderlich, 24 h bei b): min. 1 h	1.6 und 5.2	HD 383 3.1.1 von HD 605
2	Spannungsprüfung – Probe: Fertigungslänge – Prüfspannung – Prüfdauer: 5 min je Ader	4 kV Wechselspannung oder 12 kV Gleichspannung kein Durchschlag	3.2.1 von HD 605

*) Nach Hauptabschnitt II „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.

2 Auswahlprüfungen¹⁾

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ^{*)}	Prüfmethoden
1	Aufbau des Leiters	1.2 bis 1.5	8.3 von EN 60811-1-1 und Sichtprüfung
2	Isolierung – Wanddicke ^{2) 3)}	2.2	8.1 von EN 60811-1-1
3	Gemeinsame Aderumhüllung – Dicke	Abschnitt 4	8.2 von EN 60811-1-1
4	Konzentrischer Leiter – Maße der Querleitwendeln aus Kupfer – Abstand zwischen den Drähten	5.3 5.4	2.1.4.2 von HD 605 5.4 von Hauptabschnitt II
5	Mantel – Wanddicke ³⁾	6.3	8.2 von EN 60811-1-1
6	Außendurchmesser	Abschnitt 7	8.3 von EN 60811-1-1
7	Kennzeichnung	Abschnitt 8	Sichtprüfung

*) Nach Hauptabschnitt II „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.

1) Auswahlprüfungen sind an 10 % der Fertigungslänge eines Fertigungsloses des gleichen Kabeltyps, d. h. mindestens an einer Fertigungslänge durchzuführen.
Wird im Rahmen der Auswahlprüfung eine Prüfung nicht bestanden, so darf sie einmal wiederholt werden, wobei Proben mindestens 0,5 m vom Kabelende entnommen werden müssen.

Für die Entnahme gelten folgende Regelungen:

- Für die Anzahl der zu entnehmenden Probestücke gilt die gleiche Festlegung wie für die erste Prüfung.
- Ist für die erste Prüfung die Entnahme von je einer Probe von beiden Kabelenden vorgeschrieben, so genügt die Entnahme eines Probestücks vom Kabelende, an dem die erste Prüfung nicht bestanden wurde.

2) Gemessen an 10 % der Adern, jedoch mindestens an 4 Adern.

3) Eine Probe von jedem Kabelende, Abstand etwa 0,5 m von den Enden.

3 Typprüfungen (elektrische Eigenschaften)¹⁾

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ¹⁾	Prüfmethode
1	Spezifischer Durchgangswiderstand der Isolierung bei 70 °C – Dauer der Wässerung ²⁾ – Dauer der Messung: nach 1 min	HD 603.1 Tabelle 1 – DIV4	3.3.1 von HD 605
2	Spannungsprüfung – Länge der Probe 10 m bis 15 m – Prüfspannung (Wechselspannung) 1,8 kV – Prüfdauer 4 h	Kein Durchschlag	3.2.1.1 von HD 605 Einadrige Kabel ohne konzentrischen Leiter 3.2.1.2 von HD 605 Mehradrige Kabel
3	Oberflächenwiderstand des Mantels Ω	≥ 10 ⁹	3.4 von HD 605

*) Nach Hauptabschnitt II „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.

1) Zur Typprüfung zählen die Stück- (S) und Auswahlprüfungen (R).

2) 60 min bei Kabeln mit Querschnitten bis 10 mm² oder (60 + S) min bei Kabeln mit Querschnitten größer als 10 mm², wobei S der Zahlenwert des Nennquerschnitts ist.

4 Typprüfungen (nichtelektrische Eigenschaften)¹⁾

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ¹⁾	Prüfmethode
1	Prüfungen an der Isolierung		
1.1	Mechanische Eigenschaften a) vor der Alterung b) nach Alterung im Wärmeschrank	HD 603.1 Tabelle 1 – DIV4	9.1 von EN 60811-1-1
1.2	Masseverlust im Wärmeschrank	HD 603.1 Tabelle 1 – DIV4	8.1 von EN 60811-1-2 8.1 von EN 60811-3-2
1.3	Thermische Stabilität Temperatur (200 ± 0,5) °C	HD 603.1 Tabelle 1 – DIV4	Abschnitt 9 von EN 60811-3-2
1.4	Kälte-dehnung (Adern über 12,5 mm Durchmesser) Temperatur (–20 ± 2) °C	HD 603.1 Tabelle 1 – DIV4	8.3 von EN 60811-1-4
2	Prüfung an Adern		
2.1	Wärme-Druckbeständigkeit	HD 603.1 Tabelle 1 – DIV4 ²⁾	8.1 von EN 60811-3-1
2.2	Wärme-Schockverhalten	HD 603.1 Tabelle 1 – DIV4 keine Risse	9.1 von EN 60811-3-1
2.3	Kälte-Wickelbeständigkeit an Adern bis 12,5 mm Durchmesser Temperatur (–20 ± 2) °C	HD 603.1 Tabelle 1 – DIV4 keine Risse	8.1 von EN 60811-1-4

(fortgesetzt)

*) Nach Hauptabschnitt II „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.

1) Zur Typprüfung zählen die Stück- (S)- und Auswahlprüfungen (R).

2) Ader ≤ 35 mm², Prüfdauer 4 h,
Ader > 35 mm², Prüfdauer 6 h.

4 Typprüfungen (nichtelektrische Eigenschaften)¹⁾(abgeschlossen)

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ¹⁾	Prüfmethoden
2.4	<p>Wasseraufnahme</p> <p>Elektrisches Prüfverfahren Temperatur des Wasserbades (70 ± 3) °C</p> <p>a) Vorprüfung mit Wechselspannung</p> <p>Dauer der Wässerung 24 h</p> <p>Prüfdauer 5 min</p> <p>Prüfspannung 6 kV</p> <p>b) Hauptprüfung mit Gleichspannung</p> <p>Prüfdauer 10 × 24 h</p> <p>für Isolierwanddicken mit einem Nennwert von</p> <p>0,8 mm 1 kV</p> <p>1,0 mm 1,2 kV</p> <p>1,2 und 1,4 mm 1,5 kV</p> <p>1,6 und 1,8 mm 2,0 kV</p> <p>2,0 bis 3,0 mm 2,5 kV</p>	<p>HD 603.1, Tabelle 1 DIV4</p> <p>kein Durchschlag</p> <p>kein Durchschlag</p>	<p>9.1 von EN 60811-1-3 bei Prüfanforderungen nach Spalte 2</p>
3	<p>Prüfungen am Mantel</p> <p>3.1 Mechanische Eigenschaften</p> <p>a) vor der Alterung</p> <p>b) nach der Alterung im Wärmeschrank</p> <p>3.2 Wärme-Druckbeständigkeit</p> <p>3.3 Thermische Stabilität</p> <p>Temperatur (200 ± 0,5) °C</p> <p>3.4 Kälte-dehnung bei Adern über 12,5 mm Durchmesser</p> <p>Temperatur (20 ± 2) °C</p> <p>3.5 Masseverlust im Wärmeschrank</p> <p>3.6 Wärme-Schockverhalten</p>	<p>HD 603.1, Tabelle 4A DMV5</p> <p>HD 603.1, Tabelle 4A DMV5¹⁾</p> <p>HD 603.1, Tabelle 4A DMV5</p> <p>HD 603.1, Tabelle 4A DMV5</p> <p>Reißdehnung ≥ 20 %</p> <p>HD 603.1, Tabelle 4A DMV5</p> <p>HD 603.1, Tabelle 4A DMV5</p>	<p>9.2 von EN 60811-1-1</p> <p>8.1 von EN 60811-1-2 (Alterung)</p> <p>8.2 von EN 60811-3-1</p> <p>Abschnitt 9 von EN 60811-3-2</p> <p>8.4 von EN 60811-1-4</p> <p>8.2 von EN 60811-3-2</p> <p>9.2 von EN 60811-3-1</p>
4	<p>Prüfungen am vollständigen Kabel</p> <p>4.1 Kälte-Wickelbeständigkeit bei Kabeln bis 12,5 mm Durchmesser</p> <p>Temperatur (20 ± 2) °C</p> <p>4.2 Kälte-Schlagbeständigkeit</p> <p>Temperatur (20 ± 2) °C</p> <p>4.3 Alterung am vollständigen Kabel</p> <p>4.4 Verhalten bei hohen Temperaturen</p> <p>Dauer 7 × 24 h,</p> <p>Temperatur (120 ± 2) °C</p> <p>4.5 Brennverhalten</p> <p>Brandfortleitung</p>	<p>Keine Risse</p> <p>HD 603.1, Tabelle 4A DMV5</p> <p>Keine Risse</p> <p>HD 603.1, Tabelle 1 DIV4</p> <p>Tabelle 4A DMV5</p> <p>EN 50265-1</p>	<p>8.2 von EN 60811-1-4</p> <p>8.5 von EN 60811-1-4</p> <p>8.1.4 von EN 60811-1-2</p> <p>2.4.13 von HD 605</p> <p>EN 50265-1</p>
<p>*) Nach Hauptabschnitt II „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.</p> <p>1) Kabelaußendurchmesser 12,5 mm, Prüfdauer 4 h</p> <p>Kabelaußendurchmesser > 12,5 mm, Prüfdauer 6 h.</p>			

Siehe Berichtigung 2 DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603 Ber 2):2006-05

5 Elektrische Prüfungen nach der Verlegung, wenn gefordert

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ^{*)}	Prüfmethode
1	Gleichspannungsprüfung – Prüfspannung 5,6 kV bis 8 kV – Prüfdauer 15 min bis 30 min	Kein Durchschlag	
*) Nach Hauptabschnitt II „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.			

IV Leitfaden für die Verwendung

1 Hinweise für die Verwendung

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
1	Zulässige Einsatzgebiete	Kabel nach diesem HD dürfen verlegt werden – in Innenräumen und im Freien – in Erde – in Wasser – in Beton
2	Höchste zulässige Spannung	– Gleichstromsysteme 1,8 kV – Wechselstromsysteme – Einphasensysteme, beide Außenleiter isoliert 1,4 kV – Einphasensysteme, ein Außenleiter geerdet 0,7 kV – Drehstromsystem mit konzentrischem Leiter und einem Querschnitt ab 240 mm ² 3,6 kV
3	Schutz gegen gefährliche Körperströme	Kabel ohne metallene Umhüllung sind geeignet für Schutzklasse II
4	Konzentrischer Leiter	Darf als PE-, PEN-Leiter oder als Schirm verwendet werden.

2 Hinweise für Lagerung und Transport

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
1	Anlieferung	
1.1	Abstand zwischen der äußeren Kabellage bis zum Rand der Spulenscheibe	Zweifacher Kabeldurchmesser, aber mindestens 5 cm
1.2	Spulenkern Durchmesser	Nach Anhang, Tabelle 13
1.3	Kabelabdichtung	Die Kabelenden müssen während des Transports, der Lagerung und der Verlegung wasserdicht verschlossen sein.
2	Transport	Auf die Befestigung der Kabelenden ist zu achten.
2.1	Fahrzeuge	Es sind nur geeignete Fahrzeuge zu verwenden.
2.2	Lage der Spulenachse	Spulen über 1 m Flanschdurchmesser sind mit waagrecht liegender Spulenachse zu transportieren.
2.3	Auf- und Abladen	Es sind nur geeignete Fahrzeuge zu verwenden.
2.4	Rollen der Kabelspulen	Spulen mit Kabeln dürfen nur über kürzere Strecken und auf festem ebenem Untergrund in der auf der Spulenscheibe angegebenen Richtung gerollt werden.
2.5	Kabelringe	Kurze Kabellängen dürfen in Ringen liegend transportiert und gelagert werden. Die zulässigen Biegeradien dürfen die in 3.4 von Hauptabschnitt IV angegebenen Werte nicht unterschreiten.

3 Hinweise für die Verlegung

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
1	Allgemeines	
1.1	Auswahl der Kabel	Die Kabelstrecke, die Art der Verlegung und die Betriebsbedingungen müssen berücksichtigt werden.
1.2	Verlegung und Betrieb	Kabel sind so zu verlegen und zu betreiben, dass ihre Eigenschaften nicht gefährdet sind. a) Betriebsbedingungen – Häufung der Kabel – Beeinflussung der Kabel von äußeren Wärmequellen – spezifischer Erdbodenwärmewiderstand – Schutz gegen Sonneneinstrahlung b) Ableit- oder Streuströme und Korrosion c) Bodenbewegungen, Schwingungen und Erschütterungen d) Die Verlegungsmethode und das Bettungsmaterial sind mit Rücksicht auf den Außenmantel des Kabels zu wählen. e) Schutz gegen äußere Einflüsse, wie z. B. chemische Lösungsmittel
1.3	Schutz der Kabel	Kabel sind gegen nachträgliche und mechanische Beschädigungen zu schützen. In Erde verlegte Kabel sind ausreichend geschützt. Es wird empfohlen, in Erde verlegte Kabel mindestens 0,6 m, unter Fahrbahnen von Straßen jedoch mindestens 0,8 m unter der Erdoberfläche zu verlegen. Bei geringeren Verlegetiefen ist das Kabel durch andere Maßnahmen entsprechend zu schützen.
1.4	Innendurchmesser von Durchzügen und Rohren	Innendurchmesser von Durchzügen und Rohren müssen mindestens das 1,5fache des Kabeldurchmessers betragen. Bei mehreren Kabeln in einem gemeinsamen Rohr ist der Innendurchmesser so zu wählen, dass die Kabel sich nicht gegenseitig verkeilen. Wenn Stahlrohre verwendet werden, sind einadrige Kabel eines Drehstromsystems durch ein gemeinsames Stahlrohr zu führen. Es wird empfohlen, Rohre durch geeignete Maßnahmen vor Versandung zu schützen.
1.5	Brandschutz	Kabel sind so zu verlegen, dass die Gefahr der Ausbreitung von Bränden und deren Folgen begrenzt sind. Die einschlägigen Vorschriften, insbesondere die des vorbeugenden Brandschutzes, sind zu beachten.
1.6	Prüfung der Unversehrtheit des Kunststoffmantels verlegter Kabel	Wenn zur Prüfung eine Gleichspannung angelegt wird, wird empfohlen, die Spannung auf 3 kV zu begrenzen. Anzeichen für Beschädigungen des Kabels zeigen sich üblicherweise innerhalb 1 min.
2	Tiefste zulässige Verlegetemperaturen	Die tiefste zulässige Temperatur der Kabel beim Verlegen und bei der Garniturenmontage ist 5 °C. Diese Temperatur gilt für das Kabel selbst und nicht für die Umgebung. Haben Kabel eine niedrigere Temperatur als zulässig, sind sie zu erwärmen. Es ist dafür zu sorgen, dass die Temperatur während der gesamten Verlegearbeiten nicht unter die tiefste zulässige Verlegetemperatur absinkt.
3	Zugbeanspruchungen	
3.1	Zugkraft a) Ziehkopf	Maximale Zugkraft $P = S \cdot \sigma$. Hierbei ist S der Leiterquerschnitt in mm ² und σ die zulässige Zugspannung $\sigma = 50 \text{ N/mm}^2$ für Kabel mit Kupferleitern $\sigma = 30 \text{ N/mm}^2$ für Kabel mit Aluminiumleitern Bei diesen Werten für die Zugkraft wird erreicht, dass die zulässige Dehnung von 0,2 % für das Leitermaterial nicht überschritten wird. Die maximale Zugkraft (P in N) wird aus der Summe der Leiternennquerschnitte berechnet, dabei dürfen die Nennquerschnitte der Schirme und der konzentrischen Leiter nicht eingerechnet werden.

Siehe Berichtigung 1 zu DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603):2005-04

3 Hinweise für die Verlegung (abgeschlossen)

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
	b) Ziehstrumpf	Für das Einziehen von Kabeln ohne Metallmantel und ohne Bewehrung mit Ziehstrumpf wird eine kraftschlüssige Übertragung der Zugkräfte vom Ziehstrumpf auf den Leiter erreicht. Deshalb gelten für diesen Fall die gleichen maximalen Zugbeanspruchungen wie für den Ziehkopf.
3.2	Verlegearten	Kabel dürfen auch eingepflügt oder in durch Spülung gewonnene Erdrohren verlegt werden.
3.3	Vorbereitung der Kabeltrasse	Für die Verlegung wird ein Ausbau der Kabeltrasse mit gutem Kurvenausbau und ausreichend vielen Rollen vorausgesetzt. Dabei muss insbesondere Wert auf die zulässigen Mindestbiegeradien (siehe Abschnitt 4) gelegt werden. Die Zugkraft ist beim Einziehen ständig zu überwachen.
4	Biegeradius	
	a) Zulässiger Biegeradius	Beim Verlegen – einadrige Kabel: 15facher Kabeldurchmesser – mehradrige Kabel: 12facher Kabeldurchmesser
	b) Verringerung des Biegeradius	Um 50 % unter den folgenden Voraussetzungen: – einmaliges Biegen – fachgerechte Verlegung – Erwärmung des Kabels auf 30 °C – Biegen des Kabels über Schablone
5	Kabelbefestigung	Einadrige Kabel dürfen einzeln oder systemweise gebündelt verlegt werden. Systemweise gebündelte Kabel dürfen wie mehradrige Kabel behandelt werden. Bei Einzelbefestigung einadriger Kabel sind Kunststoffschellen oder Schellen aus nichtmagnetischem Metall zu verwenden. Schellen aus Stahl sind zu verwenden, wenn kein geschlossener Eisenkreis vorliegt. Kabel und Kabelbündel sind so zu befestigen, dass Beschädigungen, z. B. durch Druckstellen infolge Wärmedehnung, vermieden werden.
5.1	Waagerechter Abstand zwischen Schellen	20facher Kabeldurchmesser. Diese Abstände gelten auch für Auflagestellen bei Verlegung auf Kabelpritschen oder Gerüsten. Ein Abstand von 80 cm sollte nicht überschritten werden.
5.2	Senkrechter Abstand zwischen Schellen	Bei senkrechter Verlegung an Wänden dürfen die Schellenabstände vergrößert werden. Es sollten jedoch Abstände von 1,5 m nicht überschritten werden.

4 Hinweise zur Fehlersuche

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
1	Fehlersuche am Kabel	– Durch Gleichspannung bis zur jeweiligen Prüfspannung nach HD 603.3G, III, Abschnitt 5 , sofern andere, fest angeschlossene Betriebsmittel dies zulassen. – Durch Stoßspannung bis zur Höhe der Gleichspannungsprüfung (HD 603.3G, III, Abschnitt 5)
2	Fehlersuche am Mantel	Wenn eine Gleichspannung zur Lokalisierung des Fehlers angewendet wird, wird eine Begrenzung auf 3 kV empfohlen. Zur Vermeidung von Sekundärschäden am Kabel, z. B. durch die Energie der Impulswelle, sind geeignete Prüfverfahren zu wählen.

V Strombelastbarkeit

1	2	3	4
Nr	Bezeichnung	Anforderungen	Tabelle/Einheit
1		Allgemeines Dieser Abschnitt gilt für die Belastbarkeit sowohl unter vereinbarten als auch unter abweichenden Bedingungen, vorausgesetzt, dass bei Drehstrombetrieb drei Adern belastet sind oder bei Gleichstrombetrieb nur ein einadriges Kabel belastet ist.	
2		Grundsätzliche Bedingungen	
2.1	Temperaturen	Höchste zulässige Betriebstemperatur Höchste Kurzschlussstemperatur für $S_n \leq 300 \text{ mm}^2$ Höchste Kurzschlussstemperatur für $S_n > 300 \text{ mm}^2$	70 °C 160 °C 140 °C
2.2	Erdung	Konzentrische Leiter werden an beiden Enden geerdet	
2.3	Frequenz	Betriebsfrequenz	50 Hz
2.4	Betriebsbedingungen	Die tabellierten Belastbarkeitswerte basieren auf verschiedenen Bedingungen, wie – Betriebsart – Verlegebedingungen – Umgebungsbedingungen. Bei abweichenden Betriebsbedingungen sind die Belastbarkeitswerte mit geeigneten Umrechnungsfaktoren zu multiplizieren, die auf den gleichen Rechengrundlagen und Betriebsbedingungen wie die angegebenen Belastbarkeitswerte basieren.	siehe Anhang, Tabellen 14, 15
3		Kabel in Erde	
3.1		Bemessungsstrom, Belastbarkeit bei vereinbarten Betriebsbedingungen I_T	siehe Anhang, Tabelle 14
3.1.1	Betriebsart	Zyklische Belastung Belastungsgrad (Definition des Belastungsgrades siehe Anhang, Tabelle 16)	0,7
3.1.2	Verlegebedingungen	Verlegetiefe Ein einzelnes mehradriges Kabel Drei einadrige Kabel im Drehstromsystem, gebündelt Umgebungstemperatur, Erdboden	0,7 m 20 °C
3.1.3	Umgebungsbedingungen	Spezifischer Erdbodenwärmewiderstand, ausgetrockneter Erdboden Spezifischer Erdbodenwärmewiderstand, feuchter Boden	2,5 K · m/W 1,0 K · m/W
3.2		Belastbarkeit unter abweichenden Bedingungen ¹⁾	
3.2.1	Betriebsart	Belastungsgrad → Faktoren $f_1 \times f_2$	0,5 ... 1
3.2.2	Verlegebedingungen	Verlegetiefe Häufung von Kabel → Faktoren $f_1 \times f_2$	0,7 m ... 1,2 m
3.2.3	Umgebungsbedingungen	Umgebungstemperatur → Faktoren $f_1 \times f_2$ Spezifischer Erdboden-Wärmewiderstand feuchter Erdboden → Faktoren $f_1 \times f_2$	5 °C ... 40 °C 0,7 K · m/W ... 2,5 K · m/W
4		Kabel in Luft	
4.1		Bemessungsstrom, Belastbarkeit bei vereinbarten Betriebsbedingungen I_T	siehe Anhang, Tabelle 15
4.1.1	Betriebsart	Dauerbetrieb Belastungsgrad	1,0
1) Zu vereinbaren zwischen Anwender und Hersteller.			

V Strombelastbarkeit (abgeschlossen)

1	2	3	4
Nr	Bezeichnung	Anforderungen	Tabelle/Einheit
4.1. 2	Verlegebedingungen	Frei in Luft Ein einzelnes mehradriges Kabel Drei einadrige Kabel im Drehstromsystem, gebündelt Schutz gegen direkte Sonneneinstrahlung usw.	
4.1. 3	Umgebungsbedingungen	Umgebungstemperatur, Luft	30 °C
4.2		Belastbarkeit unter abweichenden Bedingungen ¹⁾	
4.2. 1	Betriebsart	–	–
4.2. 2	Verlegebedingungen	Häufung von Kabeln auf Wannen und Pritschen	
4.2. 3	Umgebungsbedingungen	Umgebungstemperatur, Luft	10 °C ... 50 °C
5		Kurzschluss Während eines Kurzschlusses sind Kabel sowohl thermisch als auch mechanisch belastet. Deshalb sind der Nennquerschnitt S_n , die Kabelbauart und, wenn erforderlich, die Befestigung von Kabeln sorgfältig auszuwählen, so dass die Kabel nicht überlastet werden. Die folgenden Bedingungen gelten für eine Kurzschlussdauer bis zu 5 s.	siehe Anhang , Tabelle 17
5.1	Bemessungs-Kurzschlussstrom (thermisch)	Den Bemessungs-Kurzschlussstrom für eine Kurzschlussdauer von 1 s erhält man durch Multiplikation der Bemessungs-Kurzzeitstromdichte mit dem Nennquerschnitt des Leiters.	
5.2	Zulässiger Kurzschlussstrom (thermisch)	Bei Kurzschlussdauern, die von 1 s abweichen, erhält man den zulässigen Kurzschlussstrom durch Division des Bemessungs-Kurzschlussstroms mit der Wurzel aus der Kurzschlussdauer (in s).	
5.3	Zulässiger Kurzschlussstrom (dynamisch)	Einadrige Kabel sind sicher zu befestigen, um den Auswirkungen der Stoßkurzschlussströme standzuhalten; bei mehradrigen Kabeln sind bis zu 40 kA (Stoßwert) keine speziellen Maßnahmen erforderlich.	
1) Zu vereinbaren zwischen Anwender und Hersteller.			

VI Anhang (Tabellen)

Tabelle 1 – Eindrätige Sektorleiter aus Aluminium (Klasse 1); $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nenn- querschnitt	h	d		b		r1	r2	a
	Richt- wert	Nenn- wert	Zulässige Abweichung	Nenn- wert	Zulässige Abweichung	Richt- wert	Richt- wert	Richt- wert
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
$\alpha = 120^\circ$								
50	6,5	6,2	$\pm 0,5$	9,8	$\pm 0,6$	8,1	1,8	2,6
70	8,1	7,7	$\pm 0,5$	10,9	$\pm 0,6$	9,8	2,8	3,3
95	9,3	8,9	$\pm 0,5$	13,5	$\pm 0,6$	11,2	2,8	3,8
120	10,5	10,0	$\pm 0,6$	15,5	$\pm 0,6$	12,3	3,0	4,3
150	11,5	11,0	$\pm 0,6$	17,5	$\pm 0,6$	13,6	3,0	4,7
185	12,8	12,3	$\pm 0,6$	20,1	$\pm 0,7$	15,1	3,0	5,3
240	14,5	14,0	$\pm 0,6$	23,4	$\pm 0,7$	17,0	3,0	6,0
$\alpha = 90^\circ$								
50	7,6	6,9	$\pm 0,5$	9,1	$\pm 0,5$	9,6	1,8	2,3
70	9,5	8,3	$\pm 0,5$	10,4	$\pm 0,6$	11,5	2,8	3,1
95	10,9	9,7	$\pm 0,5$	12,7	$\pm 0,6$	13,3	2,8	3,4
120	12,3	11,1	$\pm 0,6$	14,5	$\pm 0,6$	14,5	3,0	3,8
150	13,4	12,2	$\pm 0,6$	16,2	$\pm 0,6$	15,9	3,0	4,1
185	15,0	13,8	$\pm 0,6$	18,7	$\pm 0,6$	17,8	3,0	4,4
240	17,0	15,8	$\pm 0,6$	21,9	$\pm 0,6$	20,1	3,0	4,9

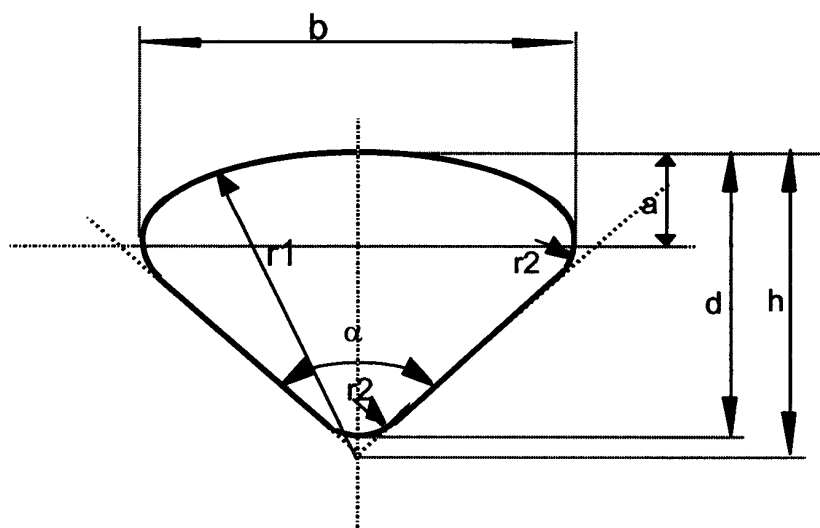


Tabelle 2 – Mehrdrätige Sektorleiter aus Aluminium oder Kupfer (Klasse 2); $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$

1	2	3	4	5	6	7	8
Nenn- querschnitt	h	d		b	r_1	r_2	a
	Richtwert	Nennwert	Zulässige Abweichung	Nennwert	Richtwert	Richtwert	Richtwert
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
$\alpha = 120^\circ$							
35 ¹⁾	6,1	5,9	$\pm 0,7$	9,5	7,5	1,5	2,5
50	7,1	6,8	$\pm 0,7$	10,9	8,7	1,8	2,9
70	8,6	8,2	$\pm 0,7$	13,1	10,3	2,3	3,5
95	10,0	9,6	$\pm 0,7$	15,6	12,0	2,4	4,1
120	11,2	10,8	$\pm 0,8$	17,7	13,0	2,4	4,7
150	12,6	12,2	$\pm 0,8$	20,3	14,6	2,5	5,3
185	14,0	13,6	$\pm 0,8$	23,1	16,0	2,5	5,9
240	16,0	15,6	$\pm 0,8$	26,7	18,2	2,6	6,8
300 ¹⁾	17,8	17,4	$\pm 0,8$	29,5	20,5	2,9	7,6
$\alpha = 90^\circ$							
35 ¹⁾	7,3	6,5	$\pm 0,7$	8,9	9,0	1,6	2,1
50	8,3	7,6	$\pm 0,7$	10,4	10,3	1,7	2,4
70	10,0	9,0	$\pm 0,7$	12,1	12,3	2,3	3,0
95	11,7	10,7	$\pm 0,8$	14,7	14,1	2,3	3,4
120	13,2	12,1	$\pm 0,8$	16,4	15,5	2,7	3,9
150	14,6	13,5	$\pm 0,8$	18,4	17,2	2,7	4,3
185	16,2	15,1	$\pm 0,8$	20,8	19,0	2,7	4,7
240	18,6	17,4	$\pm 0,8$	24,3	21,6	2,8	5,3
300 ¹⁾	20,6	19,4	$\pm 0,8$	27,3	24,0	2,8	5,8

¹⁾ Nur Kupferleiter.

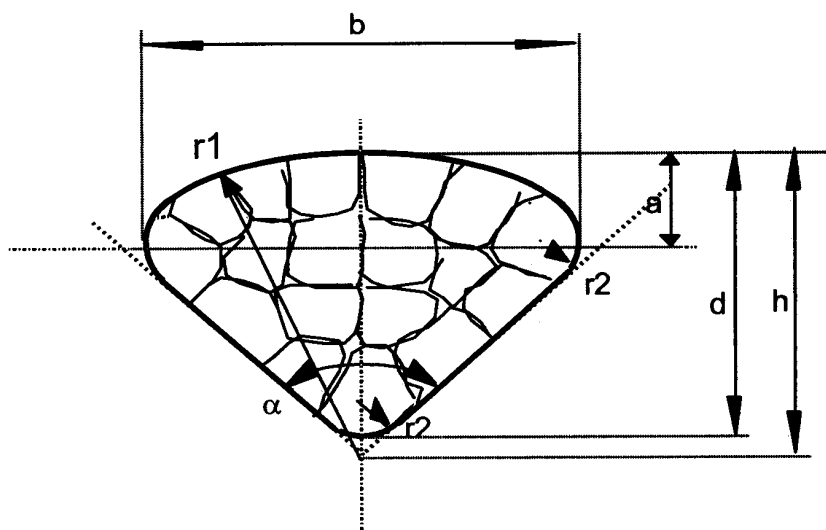


Tabelle 3 – Mehrdrätige Sektorleiter aus Aluminium oder Kupfer (Klasse 2); $\alpha = 60^\circ$, $\alpha = 100^\circ$

1	2	3	4	5	6	7	8
Nenn- querschnitt	h	d		b	r_1	r_2	a
	Richtwert	Nennwert	Zulässige Abweichung	Nennwert	Richtwert	Richtwert	Richtwert
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
$\alpha = 100^\circ$							
50	8,1	7,6	$\pm 0,7$	11,0	9,9	1,7	2,7
70	9,5	8,8	$\pm 0,7$	12,5	11,3	2,3	3,2
95	11,2	10,5	$\pm 0,8$	15,3	13,3	2,3	3,7
120	12,5	11,6	$\pm 0,8$	17,0	14,6	2,7	4,1
150	14,0	13,2	$\pm 0,8$	19,4	16,3	2,7	4,6
185	15,5	14,6	$\pm 0,8$	22,0	18,1	2,7	5,0
240	17,8	16,9	$\pm 0,8$	25,5	20,7	2,8	5,8
300 ¹⁾	20,0	19,2	$\pm 0,8$	29,1	23,1	2,8	6,5
$\alpha = 60^\circ$							
35 ¹⁾	9,2	7,6	$\pm 0,7$	7,9	11,3	1,6	1,9
50	10,9	9,2	$\pm 0,7$	9,6	13,3	1,7	2,1
70	13,2	10,9	$\pm 0,8$	11,4	16,3	2,3	2,7
95	15,2	12,9	$\pm 0,8$	13,5	18,1	2,3	2,9
120	17,0	14,3	$\pm 0,8$	14,9	20,7	2,7	3,4
150	19,0	16,3	$\pm 0,8$	16,9	23,1	2,7	3,6
185	20,5	17,8	$\pm 0,8$	18,7	26,5	2,7	3,6

1) Nur Kupferleiter.

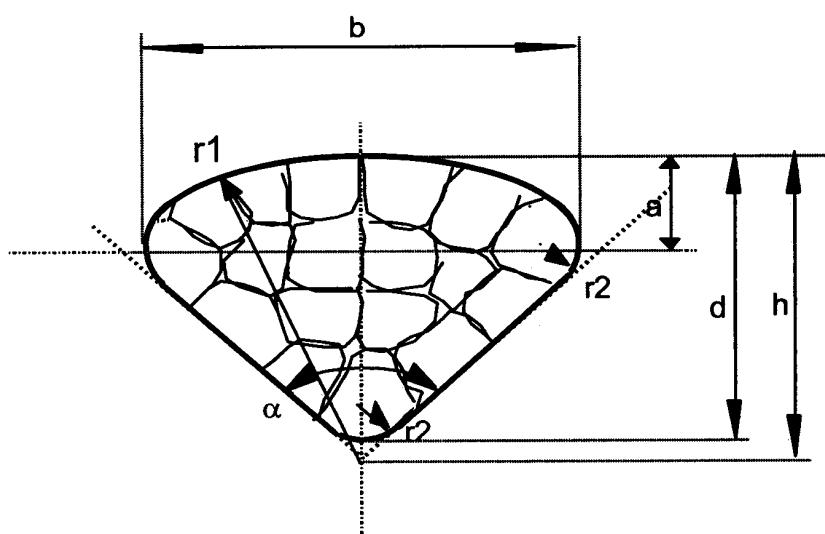


Tabelle 4 – Zulässige Leiterbauarten

1	2	
Leiterbauart	Querschnittsbereich	
	Kupfer mm ²	Aluminium mm ²
rund, eindräftig	1,5 bis 16	25 bis 50
rund, mehrdräftig	1,5 bis 500 ¹⁾	50 bis 630 ¹⁾
sektorförmig, eindräftig	–	50 bis 240
sektorförmig, mehrdräftig	35 bis 300	50 bis 240
1) Bei einadrigen Kabeln auch bis 1 000 mm ² .		

Tabelle 5 – Zuordnung der Leiter geringeren Querschnitts

Nennquerschnitt der Außenleiter mm ²	Nennquerschnitt des Leiters geringeren Querschnitts mm ²
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185
500	240

Tabelle 6 – Aderkennzeichnung in mehradrigen Kabeln durch Farben³⁾⁴⁾

1	2	3	4
Anzahl der Adern	Mit grün-gelb gekennzeichneter Ader	Ohne grün-gelb gekennzeichnete Ader	Mit konzentrischem Leiter
2	grün-gelb schwarz ¹⁾	nach HD 308	nach HD 308
3	nach HD 308	nach HD 308	nach HD 308
4	nach HD 308 ²⁾	nach HD 308 ²⁾	nach HD 308
5 ²⁾	nach HD 308 ²⁾	nach HD 308 ²⁾	

1) Diese zweiadrige Ausführung ist nur zulässig bei Leiterquerschnitten ab 10 mm² Kupfer oder 16 mm² Aluminium.

2) Haben Kabel eine Ader mit geringerem Leiterquerschnitt, so ist bei der Ausführung nach Spalte 2 diese Ader grün-gelb und bei der Ausführung nach Spalte 3 diese Ader blau zu kennzeichnen.

3) Wenn die Ader nur auf der Oberfläche gekennzeichnet ist, darf die Isolierung unter der Oberfläche keine Farbzusätze haben, außer bei einer zweifarbigen Kennzeichnung.

Die festgelegten Farben müssen HD 402 entsprechen. Die genaue Einhaltung der Farben kann durch mannigfaltige Einflüsse erschwert werden (z. B. Art des Werkstoffs, streuende Eigenfarbe des Werkstoffs, Struktur der Oberfläche, Fertigungsverfahren, Störwirkung benachbarter Farben usw.). Es sind daher Abweichungen von der vorgeschriebenen Farbe zulässig, jedoch nur so weit, dass die Farbgebung bei Tageslicht und bei künstlicher Beleuchtung nicht mit einer anderen Farbe verwechselt werden kann.

4) Die in der Tabelle angegebene Farbreihenfolge ist zu beachten.

Tabelle 7 – Dicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung

1	2	3
Fiktiver Durchmesser über den verseilten Adern	Dicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung (Richtwert)	Mindestdicke
mm	mm	mm
bis 25	1,0	0,5
über 25 bis 35	1,2	0,6
über 35 bis 45	1,4	0,7
über 45 bis 60	1,6	0,8
über 60 bis 80	1,8	0,9
über 80	2,0	1,0

Tabelle 8 – Anzahl, Mindestquerschnitte und maximale Abstände zwischen Windungen von Querleiterwendeln aus Kupfer

1	2	3	4
Durchmesser $D^{1)}$ unter dem Schirm oder konzentrischem Leiter	Anzahl der Querleitwendeln aus Kupfer	Mindestquerschnitt jeder Querleitwendel aus Kupfer	Max. Abstand $^{2)}$ zwischen Windungen von Querleitwendeln aus Kupfer
bis 15 mm	1	0,5 mm ²	4 D
	2	0,5 mm ²	4 D
über 15 mm	1	1,0 mm ²	4 D
	2	0,5 mm ²	2 D

1) D ist der fiktive Durchmesser unter dem Schirm oder konzentrischem Leiter nach IEC 60502-1, Anhang A.
2) Abstand zwischen zwei benachbarten Windungen in der Längsrichtung des Kabels.

Tabelle 9 – Kabel mit Kupferleiter ohne konzentrischen Leiter (Bauart 3G-2)

1	2		3	4	
Anzahl der Adern Nennquerschnitt mm ²	Wanddicke der Isolierung		Wanddicke des Mantels	Außendurchmesser	
Leiterform und -bauart	Nennwert mm	Mindestwert mm	Nennwert mm	Mindestwert mm	Höchstwert mm
Kabelbauart NYY: einadrige Kabel					
1 × 10 RE	1,0	0,80	1,8	10	12
1 × 16 RE	1,0	0,80	1,8	11	13
1 × 25 RM	1,2	0,98	1,8	12	15
1 × 35 RM	1,2	0,98	1,8	13	16
1 × 50 RM	1,4	1,16	1,8	15	18
1 × 70 RM	1,4	1,16	1,8	16	19
1 × 95 RM	1,6	1,34	1,8	18	21
1 × 120 RM	1,6	1,34	1,8	20	23
1 × 150 RM	1,8	1,52	1,8	22	26
1 × 185 RM	2,0	1,70	1,8	24	28
1 × 240 RM	2,2	1,88	1,8	27	31
1 × 300 RM	2,4	2,06	1,9	29	33
1 × 400 RM	2,6	2,24	2,0	33	38
1 × 500 RM	2,8	2,42	2,1	37	42
Kabelbauart NYY-O und NYY-J: dreiadrige Kabel					
3 × 16 RE	1,0	0,80	1,8	19	22
Kabelbauart NYY-J und NYY-O: vieradrige Kabel					
4 × 4 RE	1,0	0,80	1,8	14	18
4 × 6 RE	1,0	0,80	1,8	15	19
4 × 10 RE	1,0	0,80	1,8	17	21
4 × 16 RE	1,0	0,80	1,8	20	24
3 × 25 RM/16 RE	1,2/1,0	0,98/0,80	1,8	24	30
3 × 35 SM/16 RE	1,2/1,0	0,98/0,80	1,8	24	31
3 × 50 SM/25 RM	1,4/1,2	1,16/0,98	1,9	28	35
3 × 70 SM/35 SM	1,4/1,2	1,16/0,98	2,0	31	38
3 × 95 SM/50 SM	1,6/1,4	1,34/1,16	2,2	37	44
3 × 120 SM/70 SM	1,6/1,4	1,34/1,16	2,3	40	48
3 × 150 SM/70 SM	1,8/1,4	1,52/1,16	2,4	44	52
3 × 185 SM/95 SM	2,0/1,6	1,70/1,34	2,6	49	57
3 × 240 SM/120 SM	2,2/1,6	1,88/1,34	2,8	56	64
Kabelbauart NYY-J und NYY-O: fünfadrige Kabel					
5 × 4 RE	1,0	0,80	1,8	15	18
5 × 6 RE	1,0	0,80	1,8	17	20

Tabelle 10 – Kabel mit Kupferleiter und konzentrischem Leiter (Bauart 3G-1)

1	2		3	4	
Anzahl der Adern Nennquerschnitt mm ²	Wanddicke der Isolierung		Wanddicke des Mantels	Außendurchmesser	
Leiterform und -bauart	Nennwert mm	Mindestwert mm	Nennwert mm	Mindestwert mm	Höchstwert mm
Kabelbauart NYCY und NYCWY: dreiadrige Kabel mit konzentrischem Leiter					
3 × 4 RE/4	1,0	0,80	1,8	15	19
3 × 6 RE/6	1,0	0,80	1,8	16	20
3 × 10 RE/10	1,0	0,80	1,8	19	23
3 × 16 RE/16	1,0	0,80	1,8	21	25
3 × 25 RM/25	1,2	0,98	1,8	25	31
3 × 25 RM/16	1,2	0,98	1,8	25	31
3 × 35 RM/35	1,2	0,98	1,8	27	33
3 × 35 RM 16	1,2	0,98	1,8	27	33
3 × 35 SM/35	1,2	0,98	1,8	25	32
3 × 35 SM/16	1,2	0,98	1,8	25	32
3 × 50 SM/50	1,4	1,16	1,9	28	35
3 × 50 SM/25	1,4	1,16	1,9	28	35
3 × 70 SM/70	1,4	1,16	2,0	33	40
3 × 70 SM/35	1,4	1,16	2,0	32	39
3 × 95 SM/95	1,6	1,34	2,2	37	44
3 × 95 SM/50	1,6	1,34	2,2	37	44
3 × 120 SM/120	1,6	1,34	2,3	41	48
3 × 120 SM/70	1,6	1,34	2,3	40	47
3 × 150 SM/150	1,8	1,52	2,4	45	52
3 × 150 SM/70	1,8	1,52	2,4	44	51
3 × 185 SM/95	2,0	1,70	2,6	49	56
3 × 240 SM/120	2,2	1,88	2,8	56	63
Kabelbauart NYCY und NYCWY: vieradrige Kabel mit konzentrischem Leiter					
4 × 4 RE/4	1,0	0,80	1,8	16	20
4 × 6 RE/6	1,0	0,80	1,8	17	21
4 × 10 RE/10	1,0	0,80	1,8	20	24
4 × 16 RE/16	1,0	0,80	1,8	23	27
4 × 25 RM/16	1,2	0,98	1,8	27	34
4 × 35 SM/16	1,2	0,98	1,8	28	35
4 × 50 SM/25	1,4	1,16	2,0	32	39
4 × 70 SM/35	1,4	1,16	2,1	36	43
4 × 95 SM/50	1,6	1,34	2,3	42	49
4 × 120 SM/70	1,6	1,34	2,4	46	53
4 × 150 SM/70	1,8	1,52	2,6	50	57

Tabelle 11 – Kabel mit Aluminiumleitern ohne konzentrischen Leiter (Bauart 3G-2) und mit konzentrischem Leiter (Bauart 3G-1)

1	2		3	4	
Anzahl der Adern Nennquerschnitt mm ²	Wanddicke der Isolierung		Wanddicke des Mantels	Außendurchmesser	
Leiterform und -bauart	Nennwert	Mindestwert	Nennwert	Mindestwert	Höchstwert
	mm	mm	mm	mm	mm
Kabelbauart NAYY-O und NAYY-J: vieradrige Kabel					
4 × 25 RE	1,2	0,98	1,8	24	28
4 × 35 RE	1,2	0,98	1,8	27	31
4 × 50 RE	1,4	1,16	1,9	31	35
4 × 50 SE	1,4	1,16	1,9	28	33
4 × 70 SE	1,4	1,16	2,1	33	38
4 × 95 SE	1,6	1,34	2,2	37	42
4 × 120 SE	1,6	1,34	2,4	41	46
4 × 150 SE	1,8	1,52	2,5	44	49
4 × 185 SE	2,0	1,70	2,7	49	54
Kabelbauart NAYCWY: dreiadrige Kabel mit konzentrischem Leiter					
3 × 25 RE/25	1,2	0,98	1,8	24	28
3 × 35 RE/35	1,2	0,98	1,8	26	31
3 × 50 SE/50	1,4	1,16	1,9	27	33
3 × 70 SE/70	1,4	1,16	2,0	31	37
3 × 95 SE/95	1,6	1,34	2,2	35	42
3 × 120 SE/120	1,6	1,34	2,3	38	45
3 × 150 SE/150	1,8	1,52	2,4	42	49
3 × 185 SE/185	2,0	1,70	2,6	47	54

Tabelle 12 – Typkurzzeichen (vorläufig)

Kabel werden bezeichnet mit:

- Bauartkurzzeichen

N	Kabel nach dieser Spezifikation
A	Aluminiumleiter
	Kupferleiter (keine Abkürzung)
Y	PVC-Isolierung
C	Konzentrischer Leiter (wendelförmig)
CW	Konzentrischer Leiter (ceander)
Y	PVC-Mantel
-J	Mit grün-gelber Ader
-O	Ohne grün-gelbe Ader

- Anzahl der Adern \times Leiterquerschnitt in mm²

- Leiterform und -art

R	Rundleiter
S	Sektorleiter
E	Eindrätiger Leiter
M	Mehrdrätiger Leiter

- Nennquerschnitt des konzentrischen Leiters in mm² (sofern vorhanden)
- Nennspannung in kV

Tabelle 13 – Spulenkerndurchmesser von Kabelspulen

Kabelbauart	Spulenkerndurchmesser ¹⁾
Kabel ohne konzentrischen Leiter	
– einadrig	18 <i>d</i>
– mehradrig $S \leq 95 \text{ mm}^2$	15 <i>d</i>
– mehradrig $S > 95 \text{ mm}^2$	18 <i>d</i>
Kabel mit konzentrischem Leiter	20 <i>d</i>
<i>d</i> Außendurchmesser des Kabels: Größtwert nach Tabellen 9 bis 11 oder Herstellerangaben	
<i>S</i> Nennquerschnitt des isolierten Leiters	
1) Zwischen dem hier angegebenen Spulenkerndurchmesser und dem in 3.4 von Hauptabschnitt IV angegebenen Biegeradius für die Kabelverlegung besteht kein direkter Zusammenhang, da es sich um grundsätzlich unterschiedliche Beanspruchungen handelt.	

Tabelle 14 – Belastbarkeit, Kabel in Erde (empfohlene Werte)











1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Isolierwerkstoff	PVC									
Zulässige Betriebstemperatur	70 °C									
Bauartkurzzeichen	NYY			NYCWW NYCY		NAYY			NAYCWW NAYCY	
Anordnung										
Anzahl der belasteten Adern	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3
Querschnitt in mm ²	Kupferleiter Bemessungsstrom in A					Aluminiumleiter Bemessungsstrom in A				
1,5	41	27	30	27	31	–	–	–	–	–
2,5	55	36	39	36	40	–	–	–	–	–
4	71	47	50	47	51	–	–	–	–	–
6	90	59	62	59	63	–	–	–	–	–
10	124	79	83	79	84	–	–	–	–	–
16	160	102	107	102	108	–	–	–	–	–
25	208	133	138	133	139	160	102	106	103	108
35	250	159	164	160	166	193	123	127	123	129
50	296	188	195	190	196	230	144	151	145	153
70	365	232	238	234	238	283	179	185	180	187
95	438	280	286	280	281	340	215	222	216	223
120	501	318	325	319	315	389	245	253	246	252
150	563	359	365	357	347	436	275	284	276	280
185	639	406	413	402	385	496	313	322	313	314
240	746	473	479	463	432	578	364	375	362	358
300	848	535	541	518	473	656	419	425	415	397
400	975	613	614	579	521	756	484	487	474	441
500	1125	687	693	624	574	873	553	558	528	489
630	1304	–	777	–	636	1011	–	635	–	539
800	1507	–	859	–	–	1166	–	716	–	–
1000	1715	–	936	–	–	1332	–	796	–	–
1) Bemessungsstrom in Gleichstromanlagen mit weit entferntem Rückleiter.										

Tabelle 15 – Belastbarkeit, Kabel in Luft (empfohlene Werte)











1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Isolierwerkstoff	PVC									
Zulässige Betriebstemperatur	70 °C									
Bauartkurzzeichen	NYY			NYCWY NYCY		NAYY			NAYCWY NAYCY	
Anordnung										
Anzahl der belasteten Adern	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3
Querschnitt in mm ²	Kupferleiter Bemessungsstrom in A					Aluminiumleiter Bemessungsstrom in A				
1,5	27	19,5	21	19,5	22	–	–	–	–	–
2,5	35	25	28	26	29	–	–	–	–	–
4	47	34	37	34	39	–	–	–	–	–
6	59	43	47	44	49	–	–	–	–	–
10	81	59	64	60	67	–	–	–	–	–
16	107	79	84	80	89	–	–	–	–	–
25	144	106	114	108	119	110	82	87	83	91
35	176	129	139	132	146	135	100	107	101	112
50	214	157	169	160	177	166	119	131	121	137
70	270	199	213	202	221	210	152	166	155	173
95	334	246	264	249	270	259	186	205	189	212
120	389	285	307	289	310	302	216	239	220	247
150	446	326	352	329	350	345	246	273	249	280
185	516	374	406	377	399	401	285	317	287	321
240	618	445	483	443	462	479	338	378	339	374
300	717	511	557	504	519	555	400	437	401	426
400	843	597	646	577	583	653	472	513	468	488
500	994	669	747	626	657	772	539	600	524	556
630	1180	–	858	–	744	915	–	701	–	628
800	1396	–	971	–	–	1080	–	809	–	–
1000	1620	–	1078	–	–	1258	–	916	–	–
1) Bemessungsstrom in Gleichstromanlagen mit weit entferntem Rückleiter.										

Tabelle 16 – Definition des Belastungsgrades

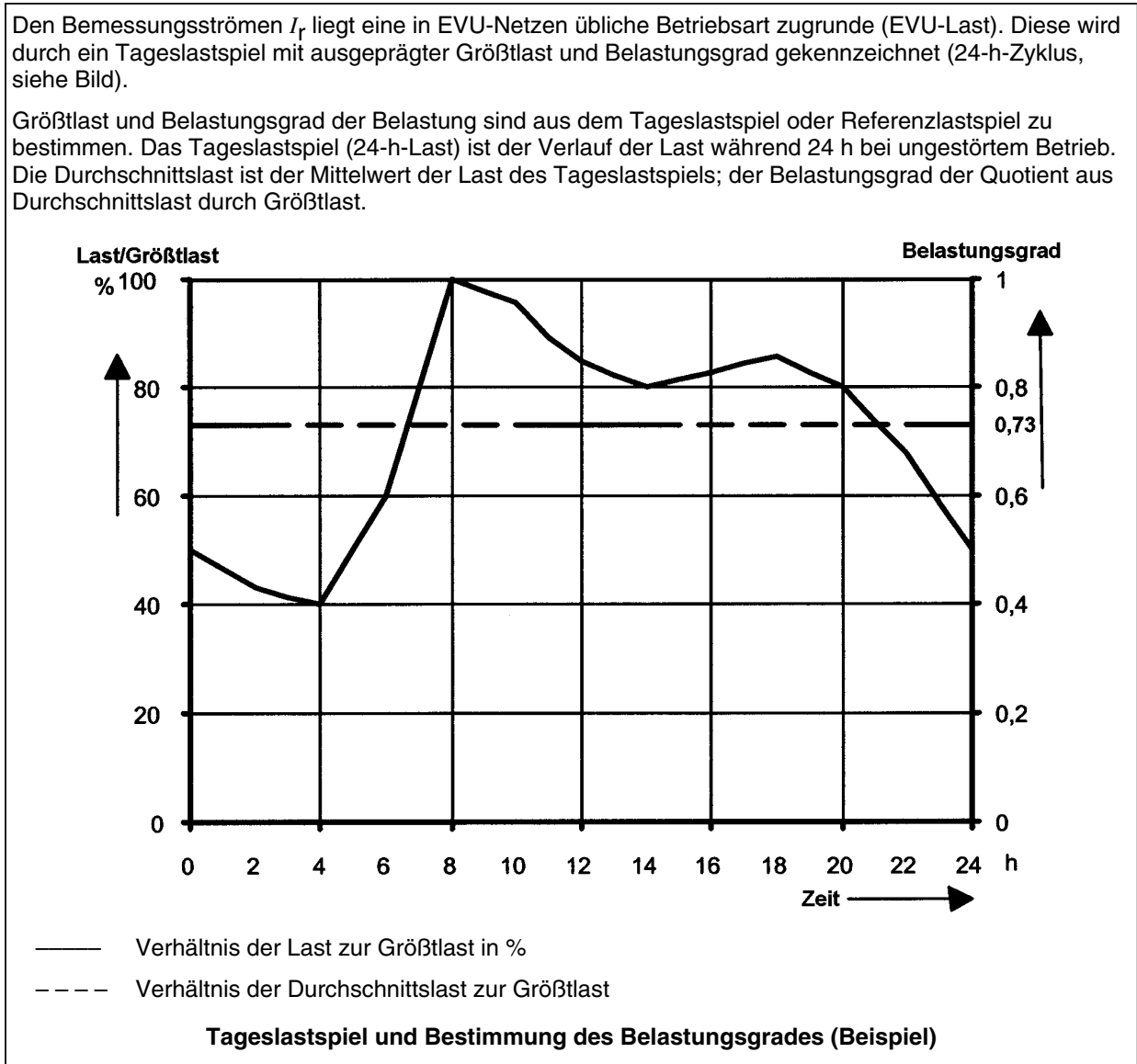


Tabelle 17 – Zulässige Kurzschlussstemperaturen und Bemessungs-Kurzzeitstromdichten

1	2	3	4	5	6	7	8
Kabel mit	Zulässige Kurzschlussstemperatur in °C	Leitertemperatur zu Beginn des Kurzschlusses in °C					
		70	60	50	40	30	20
		Bemessungs-Kurzzeitstromdichte in A/mm ² für eine Bemessungs-Kurzschlussdauer von 1 s					
Kupferleiter							
≤ 300 mm ²	160	115	122	129	136	143	150
> 300 mm ²	140	103	111	118	126	133	140
Aluminiumleiter							
≤ 300 mm ²	160	76	81	85	90	95	99
> 300 mm ²	140	68	73	78	83	88	93

Teil 5 – VPE-ISOLIERTE KABEL – UNBEWEHRT

Hauptabschnitt 5G – Kabel mit (Bauart 5G-1) oder ohne (Bauart 5G-2) konzentrischen Leiter

Inhalt

	Seite
I Allgemeines	5-G-4
II Anforderungen an den Aufbau	5-G-5
1 Leiter	5-G-5
1.1 Werkstoff	5-G-5
1.2 Maße von Rundleitern (Durchmesser)	5-G-5
1.3 Maße von Sektorleitern	5-G-5
1.4 Zugfestigkeit von Aluminiumleitern	5-G-5
1.5 Kreuzungsstellen bei mehrdrähtigen Leitern	5-G-5
1.6 Leiterwiderstand	5-G-5
1.7 Zulässige Leiterbauarten	5-G-5
1.8 Leiter mit geringerem Querschnitt	5-G-5
1.9 Zusätzliche Ader von 1,5 mm ² , mit eindrätigem Leiter	5-G-5
1.10 Band über dem Leiter	5-G-5
2 Isolierung	5-G-6
2.1 Werkstoff	5-G-6
2.2 Wanddicke der Isolierung	5-G-6
2.3 Aderkennzeichnung	5-G-6
2.4 Trennung des Mantels und der Isolierung	5-G-6
3 Verseilung der Adern	5-G-6
3.1 Verseilung	5-G-6
3.2 Zwickelfüllungen	5-G-6
4 Gemeinsame Aderumhüllung	5-G-6
4.1 Aufbau von Kabeln	5-G-6
4.2 Dicke	5-G-6
4.3 Band über der gemeinsamen Aderumhüllung	5-G-7
5 Konzentrischer Leiter	5-G-7
5.1 Aufbau	5-G-7
5.2 Gleichstromwiderstand	5-G-7
5.3 Querleitwendeln aus Kupfer	5-G-7
5.4 Abstand zwischen benachbarten Drähten	5-G-7
6 Außenmantel	5-G-7
6.1 Werkstoff	5-G-7
6.2 Farbe	5-G-7
6.3 Wanddicke	5-G-7
7 Außendurchmesser	5-G-7
8 Kennzeichnung auf dem Außenmantel	5-G-8

	Seite
8.1	Angabe des Herstellers und des Herstellerjahres5-G-8
8.2	Angabe des Bauartkurzzeichens und der Nennspannung U5-G-8
8.3	Wiederholung der Kennzeichen.....5-G-8
8.4	Beständigkeit5-G-8
8.5	Lesbarkeit5-G-8
8.6	Übereinstimmung mit HD 603.5G.....5-G-8
8.7	Längenmarkierung.....5-G-8
9	Typkurzzeichen.....5-G-8
III	Prüfanforderungen5-G-9
1	Stückprüfungen.....5-G-9
2	Auswahlprüfungen5-G-9
3	Typprüfungen (elektrische Eigenschaften)5-G-10
4	Typprüfungen (nichtelektrische Eigenschaften)5-G-10
5	Elektrische Prüfungen nach der Verlegung5-G-11
IV	Leitfaden für die Verwendung.....5-G-12
1	Hinweise für die Verwendung5-G-12
2	Hinweise für Lagerung und Transport5-G-12
3	Hinweise für die Verlegung.....5-G-13
4	Hinweise zur Fehlersuche5-G-14
V	Strombelastbarkeit.....5-G-15
VI	Anhang (Tabellen)5-G-17
	Tabelle 1 – Eindräftige Sektorleiter aus Aluminium (Klasse 1); $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$5-G-17
	Tabelle 2 – Mehrdräftige Sektorleiter aus Aluminium oder Kupfer (Klasse 2); $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$5-G-18
	Tabelle 3 – Mehrdräftige Sektorleiter aus Aluminium oder Kupfer (Klasse 2); $\alpha = 60^\circ$, $\alpha = 100^\circ$5-G-19
	Tabelle 4 – Zulässige Leiterbauarten.....5-G-20
	Tabelle 5 – Zuordnung der Leiter geringeren Querschnitts5-G-20
	Tabelle 6 – Aderkennzeichnung in mehradrigen Kabeln durch Farben.....5-G-20
	Tabelle 7 – Dicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung.....5-G-21
	Tabelle 8 – Anzahl, Mindestquerschnitte und maximale Abstände zwischen Windungen von Querleitwendeln aus Kupfer5-G-21
	Tabelle 9 – Einadrige Kabel5-G-21
	Tabelle 10 – Vieradrige Kabel mit Kupferleiter5-G-22
	Tabelle 11 – Vieradrige Kabel mit Aluminiumleiter5-G-22
	Tabelle 12 – Bauartkurzzeichen (vorläufig)5-G-23
	Tabelle 13 – Spulenkerndurchmesser von Kabelspulen5-G-23
	Tabelle 14 – Belastbarkeit, Kabel in Erde.....5-G-24
	Tabelle 15 – Belastbarkeit, Kabel in Luft5-G-25
	Tabelle 16 – Definition des Belastungsgrades.....5-G-26
	Tabelle 17 – Zulässige Kurzschluss Temperaturen und Bemessungs-Kurzzeitstromdichten5-G-26

Verweisungen

In diesem Hauptabschnitt 5-G von HD 603 wird auf andere Teile dieses Harmonisierungsdokuments und folgende andere Harmonisierungsdokumente und internationale Normen verwiesen:

HD 308	Kennzeichnung der Adern von Kabeln/Leitungen und flexiblen Leitungen.
HD 383	Leiter für Kabel und isolierte Leitungen (Übernahme von IEC 60228 und IEC 60228A).
HD 402	Farben für Niederfrequenz-Kabel und -Drähte.
HD 605	Elektrische Kabel: Ergänzende Prüfverfahren.
EN 50265 (Reihe)	Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader oder einem Kabel.
EN 60811 (Reihe)	Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen – Allgemeine Prüfverfahren.
IEC 60183	Guide to the selection of high-voltage cables.
IEC 60502-1	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)

In allen Fällen, in denen auf andere Harmonisierungsdokumente oder Internationale Normen verwiesen wird, gilt die jeweils letzte Ausgabe dieses Dokuments.

I Allgemeines

Diese Norm legt den Aufbau, die Maße und die Prüfanforderungen von Starkstromkabeln mit VPE-Isolierung und mit (Bauart 5G-1) oder ohne (Bauart 5G-2) konzentrischen Leiter für Nennspannungen (U_0/U) 0,6/1 kV fest.

a) Isolierwerkstoff

Die Isolierung nach dieser Norm muss aus vernetztem Polyethylen bestehen und Tabelle 2A, Typ DIX3, in [HD 603, Teil 1](#), entsprechen.

b) Nennspannung

0,6/1 kV

i) Begriffe: siehe [HD 603, 2.3 von Teil 1](#) und [HD 603.5G, Hauptabschnitt IV, Abschnitt 1, Nr 2](#).

ii) Kabel nach dieser Norm sind geeignet für Kategorie B nach IEC 60183. Die Dauer eines Erdschlusses darf 8 h nicht überschreiten. Die Gesamtdauer aller Erdschlüsse in einem Jahr sollte 125 h nicht überschreiten.

c) Höchste zulässige Temperaturen am Leiter für die Isoliermischung

1) bei ungestörtem Betrieb 90 °C

2) bei Kurzschluss (Dauer max. 5 s) 250 °C

d) Mantelwerkstoff

Der Mantel muss für die höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb geeignet sein. Er muss aus PVC oder PE bestehen und [Tabelle 4A](#) oder 4B, Typ DMV6 oder DMP2, in [HD 603, Teil 1](#), entsprechen.

e) Prüfbedingungen

siehe [HD 605](#)

II Anforderungen an den Aufbau

	Kabelaufbauelement	Anforderungen	
		HD	Zusätzliche
1	Leiter	5.1 von HD 603.1	
1.1	Werkstoff		Kupferleiter dürfen verzinkt sein
	a) Allgemeines	5.1.1 von HD 603.1	
	b) Reinheit des Aluminiums		≥ 99,5 %
1.2	Maße von Rundleitern (Durchmesser)	HD 383	
	a) eindräftig		
	– Kupferleiter	Tabelle 1, Spalte 2	
	– Aluminiumleiter	Tabelle 2, Spalten 2, 3	
	b) mehrdräftig, verdichtet	Tabelle 2, Spalten 4, 5	Alle Querschnitte ≥ 50 mm ² müssen verdichtet sein.
	c) mehrdräftiger unverdichteter Kupferleiter	Tabelle 1, Spalte 3	
1.3	Maße von Sektorleitern		
	a) eindräftig, Aluminium 90/120°		Anhang, Tabelle 1
	b) mehrdräftig 90/120° 60/100°		Anhang, Tabelle 2 Anhang, Tabelle 3
1.4	Zugfestigkeit von Aluminiumleitern		
	a) Drähte für mehrdräftige Leiter vor der Verarbeitung zum Leiter		zwischen 130 N/mm ² und 200 N/mm ²
	b) eindräftige Leiter nach der Verarbeitung zum Kabel		
	bis 25 mm ²		100 N/mm ² bis 130 N/mm ²
	35 mm ² und 50 mm ²		80 N/mm ² bis 110 N/mm ²
	70 mm ² und mehr		60 N/mm ² bis 90 N/mm ²
1.5	Kreuzungsstellen bei mehrdräftigen Leitern		
	Länge der Berührungsfläche zweier sich kreuzender Drähte der beiden äußeren Lagen (nur bei Lagen mit Gleichschlag)		≤ 12facher Drahtdurchmesser ANMERKUNG Als Berührungsfläche gilt die Projektion eines Einzeldrahtes auf den darunter liegenden (theoretischer Wert).
1.6	Leiterwiderstand	HD 383	
1.7	Zulässige Leiterbauarten		Anhang, Tabelle 4
1.8	Leiter mit geringerem Querschnitt		
	a) Anzahl		1
	b) Querschnitt		Anhang, Tabelle 5
	c) Anordnung		isoliert, verseilt oder konzentrisch ohne Isolierung über der gemeinsamen Aderumhüllung
1.9	Zusätzliche Ader von 1,5 mm ² , mit eindräftigem Leiter		
	a) Zulässige Anzahl		1
	b) Anordnung		In einem Außenzwickel von mehradrigen Kabeln, jedoch darf diese Ader nicht über den Verseildurchmesser der übrigen Adern hinausragen und die Aderisolierung verformen.
1.10	Band über dem Leiter		Über dem Leiter darf ein Band oder eine Folie aufgebracht werden.

II Anforderungen an den Aufbau (fortgesetzt)

Kabelaufbauelement		HD	Anforderungen
			Zusätzliche
2	Isolierung	5.2 von HD 603.1	
2.1	Werkstoff	HD 603.1 Tabelle 2A Mischung DIX3	Wenn gefordert, muss die Oberfläche der Isolierung ausreichende Haftungseigenschaften zu Füllmassen der Garnituren aufweisen.
2.2	Wanddicke der Isolierung		ANMERKUNG: Die Wanddicke von Trennschicht auf dem Leiter oder über der Isolierung darf nicht in die Wanddicke der Isolierung eingerechnet werden.
	a) Nennwert	HD 603.1 Tabelle 5	
	b) Mittelwert, Mindestwert	5.2.3 von HD 603.1	
2.3	Aderkennzeichnung	Abschnitt 4 von HD 603.1	
	a) Farbe der Adern von mehradrigen Kabeln ohne konzentrischen Leiter		Anhang, Tabelle 6, Spalten 2 und 3
	b) Farbe der Adern von mehradrigen Kabeln mit konzentrischem Leiter (nur Adern)		Anhang, Tabelle 6, Spalte 4
	c) Farbe der zusätzlichen Ader mit 1,5 mm ² Leiter		Schwarz
	d) Farbe der Ader von einadrigen Kabeln		Schwarz oder Grün-Gelb
2.4	Trennung des Mantels und der Isolierung		Bei einadrigen Kabeln muss der Mantel von der Isolierung trennbar sein.
3	Verseilung der Adern		
3.1	Verseilung	5.3 von HD 603.1	Die Adern von mehradrigen Kabeln müssen verseilt sein; Haltebänder sind zulässig.
3.2	Zwickelfüllungen	5.4 von HD 603.1	
	a) Innenzwickel dreiadrige Kabel mit konzentrischem Leiter und vieradrige Kabel, beide mit Querschnitten $\geq 35 \text{ mm}^2$ und extrudierter gemeinsamer Aderumhüllung		Zwickelkern aus nichthygroskopischem Werkstoff im Innenzwickel Der Zwickelkern muss den Innenzwickel gut ausfüllen und soll falls gefordert gummielastisch sein.
	b) Außenzwickel		Zwickelfüllungen sind zulässig.
4	Gemeinsame Aderumhüllung	5.5 von HD 603.1	
4.1	Aufbau von Kabeln mit		
	a) Kupferleiter		Papier- oder Kunststoffband oder extrudierte Füllmischung
	b) Aluminiumleiter		Extrudierte Füllmischung
4.2	Dicke		Anhang, Tabelle 7, Spalte 2 (Mindestwert nach Spalte 3)
	a) bei Kabeln mit extrudierter gemeinsamer Aderumhüllung – ohne konzentrischen Leiter – mit konzentrischem Leiter		Ein stärkeres Eindringen der Drähte in die extrudierte gemeinsame Aderumhüllung ist nicht als fehlerhaft zu bewerten, jedoch muss die gemeinsame Aderumhüllung die Adern lückenlos umschließen.
	b) Kabel mit gewickelter gemeinsamer Aderumhüllung für fiktive Durchmesser ¹⁾ über den verseilten Adern ≤ 40 mm > 40 mm		0,4 mm (Richtwert) 0,6 mm (Richtwert) Der Richtwert darf an keiner Stelle um mehr als 50 % unterschritten werden.
4.3	Band über der gemeinsamen Aderumhüllung		Über der gemeinsamen Aderumhüllung darf ein Band aufgebracht werden.

II Anforderungen an den Aufbau (fortgesetzt)

	Kabelaufbauelement	Anforderungen	
		HD	Zusätzliche
5	Konzentrischer Leiter (falls gefordert)	5.7 von HD 603.1	
5.1	Aufbau		Kupferdrähte mit einer oder zwei Querleitwendeln aus Kupfer über der gemeinsamen Aderumhüllung
5.2	Gleichstromwiderstand	HD 383	Bei Kabeln mit Aluminiumleitern (Außenleitern) darf der Gleichstromwiderstand des konzentrischen Kupferleiters den eines Aluminiumleiters vom angegebenen Nennquerschnitt nicht überschreiten.
5.3	Querleitwendeln aus Kupfer		Anhang, Tabelle 8
	a) Anzahl, Mindestquerschnitt und größter Abstand zwischen zwei benachbarten Windungen von Querleitwendeln		
	b) Dicke		0,1 mm bis 0,3 mm
5.4	Abstand zwischen benachbarten Drähten		
	a) mittlerer Abstand zwischen (benachbarten) Einzeldrähten		4 mm (Rechenwert)
	b) größter Abstand zwischen zwei benachbarten Drähten		8 mm
6	Außenmantel	5.8 von HD 603.1	
6.1	Werkstoff	HD 603.1 Tabelle 4A Mischung DMV6 oder Tabelle 4B Mischung DMP2	
6.2	Farbe		Schwarz, durchgehend gefärbt
6.3	Wanddicke		
	a) Nennwanddicke		$t_s = 0,035 D_A + 1,0 \text{ mm}$ D_A = fiktiver Durchmesser ¹⁾ unter dem Mantel. Die Nennwanddicke darf nicht kleiner als 1,8 mm sein.
	b) Mindestwanddicke		Die Wanddicke darf den Nennwert an keiner Stelle unterschreiten.
7	Außendurchmesser (Mindest- und Höchstwerte)		Für Vorzugsbauarten Anhang, Tabellen 9 bis 11 Bei Kabeln mit zusätzlichen Aufbauelementen, z. B. zur Erhöhung der Kurzschlussfestigkeit, dürfen die angegebenen Werte überschritten werden.
1) Siehe IEC 60502-1, Anhang A.			

II Anforderungen an den Aufbau (abgeschlossen)

	Kabelaufbauelement	Anforderungen	
		HD	Zusätzliche
8	Kennzeichnung auf dem Außenmantel	Abschnitt 3 von HD 603.1	
8.1	Angabe des Herstellers und des Herstelljahres	3.1 von HD 603.1	Firmenname oder Firmenzeichen, aus dem der Hersteller ersichtlich ist; das Firmenzeichen muss dem Hersteller als Warenzeichen geschützt sein.
8.2	Angabe des Bauartkurzzeichens und der Nennspannung U		Anhang, Tabelle 12
8.3	Wiederholung der Kennzeichen	3.2 von HD 603.1	Der Abstand zwischen dem Anfang des einen und dem Anfang des nächsten Kennzeichens muss ≤ 50 cm sein.
8.4	Beständigkeit	3.3 von HD 603.1	
8.5	Lesbarkeit	3.4 von HD 603.1	
8.6	Übereinstimmung mit HD 603.5G		Kennzeichnung entsprechend dem vereinbarten Verfahren
8.7	Längenmarkierung für im Wesentlichen runde Kabel mit Außendurchmessern ≥ 10 mm		<p>Auf dem Mantel in 4-stelligen Maßzahlen anzugeben. Die Längenmarkierung muss der natürlichen Zahlenreihe folgen und darf auf jedem Kabelstück mit einer beliebigen Zahl beginnen.</p> <p>Die Abweichung einer durch die Längenmarkierung ermittelten Kabellänge von der mit einer kalibrierten Messmaschine bestimmten Länge beträgt bis zu 1 %.</p> <p>ANMERKUNG: Die Längenmarkierung, die nicht eichfähig ist, stellt ein Hilfsmittel dar, z. B. für eine einfache Aufmaßermittlung nach der Verlegung oder für die Feststellung der auf der Spule verbliebenen Restlänge.</p> <p>Unvollständige Längenmarkierungen oder auf kurzen Strecken fehlende Längenmarkierungen gelten nicht als Mängel, vorausgesetzt, dass die Kabellänge durch die angegebenen Längenmarkierungen bestimmt werden kann. Zur Bestimmung der Lieferlänge sind geeichte Kabelmessvorrichtungen zu verwenden.</p>
9	Typkurzzeichen		Anhang, Tabelle 12

III Prüfanforderungen

1 Stückprüfungen

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ¹⁾	Prüfmethoden
1	Leiterwiderstand Probe: a) Fertigungslänge oder b) Kurze Kabelprobe aus der Fertigungslänge – Konditionierung bei a) :bei Raumtemperatur bei b) :in temperiertem Wasserbad – Dauer der Konditionierung bei a): min. 12 h, falls erforderlich, 24 h bei b): min. 1 h	1.6 und 5.2	HD 383 3.1.1 von HD 605
2	Spannungsprüfung – Probe: Fertigungslänge – Prüfspannung – Prüfdauer: 5 min je Ader	4 kV Wechselspannung oder 12 kV Gleichspannung kein Durchschlag	3.2.1 von HD 605
*) Nach Hauptabschnitt II „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.			

2 Auswahlprüfungen¹⁾

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen*)	Prüfmethoden
1	Aufbau des Leiters	Abschnitt 1.2 bis 1.5	8.3 von EN 60811-1-1 und Sichtprüfung
2	Isolierung Wanddicke ^{2), 3)}	Abschnitt 2.2	8.1 von EN 60811-1-1
3	Gemeinsame Aderumhüllung Dicke	Abschnitt 4	8.2 von EN 60811-1-1
4	Konzentrischer Leiter – Maße der Querleitwendeln aus Kupfer – Abstand zwischen den Drähten	5.3 5.4	2.1.4.2 von HD 605 5.4 in Hauptabschnitt II von HD 603-5G
5	Mantel – Wanddicke ³⁾	6.3	8.2 von EN 60811-1-1
6	Wärmedehnung an der Isolierung	HD 603.1, Tabelle 2 Mischung DIX3	Abschnitt 9 von EN 60811-2-1
7	Schrumpfung des PE-Außenmantels – Länge der Probe: (500 ± 5) mm – Konditionierung: 24 h bei (23 ± 10) °C – Temperaturzyklen: im Wärmeschrank bei (80 ± 1) °C für min. 5 h Abkühlen auf Raumtemperatur (23 ± 10) °C – Anzahl der Zyklen: 5	Schrumpfung ≤ 7 mm	2.4.4.1 von HD 605 Prüfart 1
8	Außendurchmesser	Abschnitt 7	8.3 von EN 60811-1-1
9	Kennzeichnung	Abschnitt 8	Sichtprüfung

*) Nach Hauptabschnitt II „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.

- 1) Auswahlprüfungen sind an 10 % der Fertigungslängen eines Fertigungsloses des gleichen Kabeltyps, d. h. mindestens an einer Fertigungslänge durchzuführen. Wird im Rahmen der Auswahlprüfung eine Prüfung nicht bestanden, so darf sie einmal wiederholt werden, wobei Proben mindestens 0,5 m vom Kabelende entnommen werden müssen. Für die Entnahme gelten folgende Regelungen:
- Für die Anzahl der zu entnehmenden Probestücke gilt die gleiche Festlegung wie für die erste Prüfung.
 - Ist für die erste Prüfung die Entnahme von je einer Probe von beiden Kabelenden vorgeschrieben, so genügt die Entnahme eines Probestückes vom Kabelende, an dem die erste Prüfung nicht bestanden wurde.

2) Gemessen an 10 % der Adern, jedoch mindestens an 4 Adern.

3) Eine Probe von jedem Kabelende, Abstand etwa 0,5 m von den Enden.

3 Typprüfungen (elektrische Eigenschaften)¹⁾

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ¹⁾	Prüfmethode
1	Spezifischer Durchgangswiderstand der Isolierung bei 90 °C Dauer der Wässerung ²⁾ Dauer der Messung: nach 1 min	HD 603.1 Tabelle 2A – DIX3	HD 605 Abschnitt 3.3.1
2	Spannungsprüfung – Länge der Probe 10 m bis 15 m – Prüfspannung (Wechselspannung) 1,8 kV – Prüfdauer 4 h	Kein Durchschlag	HD 605 Einadrige Kabel ohne konzentrischen Leiter: 3.2.1.1; Mehradrige Kabel: 3.2.1.2
3	Oberflächenwiderstand des Mantels Ω	≥ 10 ⁹	3.4 von HD 605

*) Nach **Hauptabschnitt II** „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.

1) Zur Typprüfung zählen die Stück- (S) und Auswahlprüfungen (R).

2) 60 min bei Kabeln mit Querschnitten bis 10 mm² oder (60 + S) min bei Kabeln mit Querschnitten größer als 10 mm², wobei S der Zahlenwert des Nennquerschnitts ist.

4 Typprüfungen (nichtelektrische Eigenschaften)¹⁾

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ¹⁾	Prüfmethode
1	Prüfungen an der Isolierung		
1.1	Mechanische Eigenschaften	HD 603.1 Tabelle 2A – DIX3	
	a) vor der Alterung		9.1 von EN 60811-1-1
	b) nach Alterung im Wärmeschrank		8.1 von EN 60811-1-2
1.2	Wasseraufnahme	HD 603.1 Tabelle 2A – DIX3	9.2 von EN 60811-1-3
	– Prüfdauer 14 Tage		
	– Prüftemperatur (85 ± 3) °C		
2	Prüfung an Adern		
2.1	Mechanische Eigenschaften		8.1 von EN 60811-1-2
2.1.1	Nach Alterung mit Kupferleiter, gefolgt von der Prüfung der Zugfestigkeit		
	a) Behandlung		
	Temperatur (150 ± 3) °C		
	Dauer 7 Tage		
	b) Zugfestigkeit		
	Änderung, max.	± 30 %	
	c) Reißdehnung		
	Änderung, max.	± 30 %	
2.1.2	Nach Alterung mit Kupferleiter, gefolgt von der Biegeprüfung (nur wenn 2.1.1 nicht anwendbar ist)		
	a) Behandlung		
	Temperatur (150 ± 3) °C		
	Dauer 10 Tage		
	b) Ergebnisse	Keine Risse	
2.2	Schrumpfung	HD 603.1 Tabelle 2A – DIX3	Abschnitt 10 von EN 60811-1-3
	– Länge L der Probe: 300 mm		

(fortgesetzt)

*) Nach **Hauptabschnitt II** „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.

1) Zur Typprüfung zählen die Stück- (S) und Auswahlprüfungen (R).

4 Typprüfungen (nichtelektrische Eigenschaften) (abgeschlossen)

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen ^{*)}	Prüfmethoden
3	Prüfungen am Mantel		
3.1	Mechanische Eigenschaften a) vor der Alterung b) nach Alterung im Wärmeschrank	HD 603.1 Tabelle 4A oder 4B DMV6 bzw. DMP2	9.2 von EN 60811-1-1 8.1 von EN 60811-1-2
3.2	Wärme-Druckbeständigkeit	HD 603.1 Tabelle 4A oder 4B DMV6 bzw. DMP2	8.2 von EN 60811-3-1
3.3	Kälte-dehnung bei Kabeln mit PVC-Mantel und Adern über 12,5 mm Durchmesser Temperatur $(-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$	HD 603.1 Tabelle 4A – DMV6 Reißdehnung $\geq 20 \%$	8.4 von EN 60811-1-4
3.4	Masseverlust im Wärmeschrank für den PVC-Mantel	HD 603.1 Tabelle 4A – DMV6	8.2 von EN 60811-3-2
3.5	Wärme-Schockverhalten für den PVC-Mantel	HD 603.1 Tabelle 4A – DMV6	9.2 von EN 60811-3-1
3.6	Thermische Stabilität für den PVC-Mantel Temperatur $(200 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$	HD 603.1 Tabelle 4A DMV6	Abschnitt 9 von EN 60811-3-2
3.7	Spannungsrisssbeständigkeit für den PE-Mantel	HD 603.1 Tabelle 4B – DMP2	Abschnitt 8 von EN 60811.4.1 Verfahren B, aber mit einer Dauer von 1000 h
3.8	Rußgehalt des PE-Mantels	HD 603.1 Tabelle 4B – DMP2	Abschnitt 11 von EN 60811.4.1
4	Prüfungen am vollständigen Kabel		
4.1	Kälte-Schlagbeständigkeit für Kabel mit PVC-Mantel – Temperatur $(-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$	HD 603.1 Tabelle 4A – DMV6	8.5 von EN 60811-1-4
4.2	Alterung des vollständigen Kabels	HD 603.1 Tabelle 2A – DIX3 Tabelle 4A oder 4B DMV6 bzw. DMP2	8.1.4 von EN 60811-1-2
4.3	Shore-D-Härte des PE-Mantels – am Kabel gemessen – an Prüfplatten	≥ 55 ≥ 55	2.2.1 von HD 605
4.4	Brennverhalten bei Kabeln mit PVC-Mantel Brandfortleitung	EN 50265-1	EN 50265-1
4.5	Kälte-Biegeprüfung bei Kabeln mit PE-Mantel	In Vorbereitung	
4.6	Kälte-Wickelbeständigkeit bei Kabeln mit PVC-Mantel bis 12,5 mm Durchmesser Temperatur $(-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$	HD 603.1 Tabelle 4A – DMV6 Keine Risse	8.2 von EN 60811-1-4
*) Nach Hauptabschnitt II „Anforderungen an den Aufbau“, wenn nicht anders angegeben.			

5 Elektrische Prüfungen nach der Verlegung (wenn gefordert)

1	2	3	4
Nr	Prüfungen	Anforderungen	Prüfmethoden
1	Gleichspannungsprüfung Prüfspannung 5,6 kV bis 8 kV Prüfdauer 15 min bis 30 min	Kein Durchschlag	

IV Leitfaden für die Verwendung

1 Hinweise für die Verwendung

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
1	Zulässige Einsatzgebiete	Kabel nach diesem HD dürfen verlegt werden <ul style="list-style-type: none"> – in Innenräumen und im Freien – in Erde – in Wasser – in Beton
2	Höchste zulässige Spannung	<ul style="list-style-type: none"> – Gleichstromsysteme 1,8 kV – Wechselstromsysteme <ul style="list-style-type: none"> Einphasensysteme, beide Außenleiter isoliert 1,4 kV Einphasensysteme, ein Außenleiter geerdet 0,7 kV Drehstromsystem mit konzentrischem Leiter und einem Querschnitt ab 240 mm² 1,2 kV 3,6 kV
3	Schutz gegen gefährliche Körperströme	Kabel ohne metallene Umhüllung sind geeignet für Schutzklasse II.
4	Konzentrischer Leiter	Darf als PE-, PEN-Leiter oder als Schirm verwendet werden.

2 Hinweise für Lagerung und Transport

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
1	Anlieferung	
1.1	Abstand zwischen der äußeren Kabellage und dem Rand der Spulenscheibe	2facher Kabeldurchmesser, aber mindestens 5 cm
1.2	Spulenkerndurchmesser	Nach Anhang, Tabelle 13
1.3	Kabelabdichtung	Die Kabelenden müssen während des Transports, der Lagerung und der Verlegung wasserdicht verschlossen sein.
2	Transport	Die Kabelenden müssen ausreichend befestigt sein.
2.1	Fahrzeuge	Es sind nur geeignete Fahrzeuge zu verwenden.
2.2	Lage der Spulenachse	Spulen über 1 m Flanschdurchmesser sind mit waagrecht liegender Spulenachse zu transportieren.
2.3	Auf- und Abladen	Es sind nur geeignete Fahrzeuge zu verwenden.
2.4	Rollen der Kabelspulen	Spulen mit Kabeln dürfen nur über kürzere Strecken und auf festem ebenem Untergrund in der auf der Spulenscheibe angegebenen Richtung gerollt werden.
2.5	Kabelringe	Kurze Kabellängen dürfen in Ringen liegend transportiert und gelagert werden. Die zulässigen Biegeradien dürfen die in 3.4 von Hauptabschnitt IV angegebenen Werte nicht unterschreiten.

3 Hinweise für die Verlegung

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
1	Allgemeines	
1.1	Auswahl der Kabel	Die Kabelstrecke, die Art der Verlegung und die Betriebsbedingungen müssen berücksichtigt werden.
1.2	Verlegung und Betrieb	Kabel sind so zu verlegen und zu betreiben, dass ihre Eigenschaften nicht gefährdet sind. a) Betriebsbedingungen – Häufung der Kabel – Beeinflussung der Kabel durch äußere Wärmequellen – spezifischer Erdbodenwärmewiderstand – Schutz gegen Sonneneinstrahlung b) Ableit- oder Streuströme und Korrosion c) Bodenbewegungen, Schwingungen und Erschütterungen d) die Verlegungsmethode und das Bettungsmaterial sind mit Rücksicht auf den Außenmantel des Kabels zu wählen e) Schutz gegen äußere Einflüsse, wie z. B. chemische Lösungsmittel
1.3	Schutz der Kabel	Kabel sind gegen nachträgliche und mechanische Beschädigungen zu schützen. In Erde verlegte Kabel sind ausreichend mechanisch geschützt. Es wird empfohlen, in Erde verlegte Kabel mindestens 0,6 m, unter Fahrbahnen von Straßen jedoch mindestens 0,8 m unter der Erdoberfläche zu verlegen. Bei geringeren Verlegetiefen ist das Kabel durch andere Maßnahmen entsprechend zu schützen.
1.4	Innendurchmesser von Durchzügen und Rohren	Innendurchmesser von Durchzügen und Rohren müssen mindestens das 1,5fache des Kabeldurchmessers betragen. Bei mehreren Kabeln in einem gemeinsamen Rohr ist der Innendurchmesser so zu wählen, dass die Kabel sich nicht gegenseitig verkeilen. Wenn Stahlrohre verwendet werden, sind einadrige Kabel eines Drehstromsystems durch ein gemeinsames Stahlrohr zu führen. Es wird empfohlen, Rohre durch geeignete Maßnahmen vor Versandung zu schützen.
1.5	Brandschutz	Kabel sind so zu verlegen, dass die Gefahr der Ausbreitung von Bränden und deren Folgen begrenzt sind. Die einschlägigen Vorschriften, insbesondere die des vorbeugenden Brandschutzes, sind zu beachten.
1.6	Prüfung der Unversehrtheit des Kunststoffmantels verlegter Kabel	Wenn zur Prüfung eine Gleichspannung angelegt wird, wird empfohlen, die Spannung auf 3 kV bzw. 5 kV zu begrenzen. Anzeichen für Beschädigungen des Kabels zeigen sich üblicherweise innerhalb 1 min.
2	Tiefste zulässige Verlegetemperaturen	Die tiefste zulässige Temperatur der Kabel beim Verlegen und bei der Garniturenmontage ist –5 °C für Kabel mit PVC-Mantel –20 °C für Kabel mit PE-Mantel. Diese Temperaturen gelten für das Kabel selbst und nicht für die Umgebung. Haben Kabel eine niedrigere Temperatur als zulässig, sind sie zu erwärmen. Es ist dafür zu sorgen, dass die Temperatur während der gesamten Verlegearbeiten nicht unter die tiefste zulässige Verlegetemperatur absinkt.
3	Zugbeanspruchungen	
3.1	Zugkraft	
a) Ziehkopf		Maximale Zugkraft $P = S \cdot \sigma$ Hierbei ist S der Leiterquerschnitt in mm^2 und σ die zulässige Zugspannung $\sigma = 50 \text{ N/mm}^2$ für Kabel mit Kupferleitern; $\sigma = 30 \text{ N/mm}^2$ für Kabel mit Aluminiumleitern. Bei diesen Werten für die Zugkraft wird erreicht, dass die zulässige Dehnung von 0,2 % für das Leitermaterial nicht überschritten wird. Die maximale Zugkraft (P in N) wird aus der Summe der Leitermennquerschnitte berechnet, dabei dürfen die Nennquerschnitte der Schirme und der konzentrischen Leiter nicht eingerechnet werden.
b) Ziehstrumpf		Für das Einziehen von Kabeln ohne Metallmantel und ohne Bewehrung mit Ziehstrumpf wird eine kraftschlüssige Übertragung der Zugkräfte vom Ziehstrumpf auf den Leiter erreicht. Deshalb gelten für diesen Fall die gleichen maximalen Zugkräfte wie bei Anwendung eines Ziehkopfes.

3 Hinweise für die Verlegung (abgeschlossen)

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
3.2	Verlegearten	Kabel dürfen auch eingepflügt oder in durch Spülung gewonnene Erdrohren verlegt werden.
3.3	Vorbereitung der Kabeltrasse	Für die Verlegung wird ein Ausbau der Kabeltrasse mit gutem Kurvenausbau und ausreichend vielen Rollen vorausgesetzt. Dabei muss insbesondere Wert auf die zulässigen Mindestbiegeradien (siehe Abschnitt 4) gelegt werden. Die Zugkraft ist beim Einziehen ständig zu überwachen.
4	Biegeradius a) Zulässiger Biegeradius b) Verringerung des Biegeradius	Beim Verlegen – einadrige Kabel: 15facher Kabeldurchmesser – mehradrige Kabel: 12facher Kabeldurchmesser Um 50 % unter den folgenden Voraussetzungen: – einmaliges Biegen – fachgerechte Verlegung – Erwärmung des Kabels auf 30 °C – Biegen des Kabels über Schablone
5	Kabelbefestigung	Einadrige Kabel dürfen einzeln oder systemweise gebündelt verlegt werden. Systemweise gebündelte Kabel dürfen wie mehradrige Kabel behandelt werden. Bei Einzelbefestigung einadriger Kabel sind Kunststoffschellen oder Schellen aus nichtmagnetischem Metall zu verwenden. Schellen aus Stahl sind zu verwenden, wenn kein geschlossener Eisenkreis vorliegt. Kabel und Kabelbündel sind so zu fertigen, dass Beschädigungen, z. B. durch Druckstellen infolge Wärmedehnung, vermieden werden.
5.1	Waagerechter Abstand zwischen Schellen	20facher Kabeldurchmesser. Die Abstände gelten auch für Auflagestellen bei Verlegung auf Kabelpritschen oder Gerüsten. Ein Abstand von 80 cm sollte nicht überschritten werden.
5.2	Senkrechter Abstand zwischen Schellen	Bei senkrechter Verlegung an Wänden dürfen die Schellenabstände vergrößert werden. Es sollten jedoch Abstände von 1,5 m nicht überschritten werden.

4 Hinweise zur Fehlersuche

1	2	3
Nr	Bezeichnungen	Grundanforderungen
1	Fehlersuche am Kabel	Durch Gleichspannung bis zur jeweiligen Prüfspannung nach HD 603.5G, III, Abschnitt 4 , sofern andere, fest angeschlossene Betriebsmittel dies zulassen. Durch Stoßspannung bis zur Höhe der Gleichspannungsprüfung (HD 603.5G, III, Abschnitt 5).
2	Fehlersuche am Mantel	Wenn eine Gleichspannung zur Lokalisierung des Fehlers angewendet wird, wird eine Begrenzung auf 3 kV empfohlen. Zur Vermeidung von Sekundärschäden am Kabel, z: B. durch die Energie der Impulswelle, sind geeignete Prüfverfahren zu wählen

V Strombelastbarkeit

1	2	3	4
Nr	Bezeichnung	Anforderungen	Tabelle/Einheit
1		Allgemeines Dieser Abschnitt gilt für die Belastbarkeit sowohl unter vereinbarten als auch unter abweichenden Bedingungen, vorausgesetzt, dass bei Drehstrombetrieb drei Adern belastet sind oder bei Gleichstrombetrieb nur ein einadrige Kabel belastet ist.	
2		Grundsätzliche Bedingungen	
2.1	Temperaturen	Höchste zulässige Betriebstemperatur	90 °C
		Höchste Kurzschlussstemperatur	250 °C
2.2	Erdung	Konzentrische Leiter werden an beiden Enden geerdet	
2.3	Frequenz	Betriebsfrequenz	50 Hz
2.4	Betriebsbedingungen	Die tabellierten Belastbarkeitswerte basieren auf vereinbarten Bedingungen, wie <ul style="list-style-type: none"> – Betriebsart – Verlegebedingungen – Umgebungsbedingungen Bei abweichenden Betriebsbedingungen sind die Belastbarkeitswerte in den Tabellen mit geeigneten Umrechnungsfaktoren zu multiplizieren, die auf den gleichen Rechengrundlagen und Betriebsbedingungen wie die angegebenen Belastbarkeitswerte basieren.	siehe Anhang, Tabellen 14, 15
3		Kabel in Erde	
3.1		Bemessungsstrom, Belastbarkeit bei vereinbarten Betriebsbedingungen I_r	siehe Anhang Tabelle 14
3.1.1	Betriebsart	Zyklische Belastung Belastungsgrad (Definition des Belastungsgrades siehe Anhang, Tabelle 16)	0,7
3.1.2	Verlegebedingungen	Verlegetiefe Ein mehradrige Kabel oder drei einadrige Kabel im Drehstromsystem im Dreieck gebündelt	0,7 m
		Umgebungstemperatur, Erdboden	20 °C
3.1.3	Umgebungsbedingungen	Spezifischer Erdbodenwärmewiderstand, ausgetrockneter Erdboden	2,5 K · m/W
		Spezifischer Erdbodenwärmewiderstand, feuchter Erdboden	1,0 K · m/W
3.2		Belastbarkeit unter abweichenden Bedingungen ¹⁾	
3.2.1	Betriebsart	Belastungsgrad → Faktoren $f_1 \times f_2$	0,5 ... 1
3.2.2	Verlegebedingungen	Verlegetiefe	0,7 m ... 1,2 m
		Häufung von Kabeln → Faktoren $f_1 \times f_2$	
3.2.3	Umgebungsbedingungen	Umgebungstemperatur → Faktoren $f_1 \times f_2$	5 °C ... 40 °C
		Spezifischer Erdbodenwärmewiderstand, feuchter Erdboden → Faktoren $f_1 \times f_2$	0,7 K · m/W ... 2,5 K · m/W
4		Kabel in Luft	
4.1		Bemessungsstrom, Belastbarkeit bei vereinbarten Betriebsbedingungen I_r	siehe Anhang, Tabelle 15
4.1.1	Betriebsart	Dauerbetrieb Belastungsgrad	1,0
4.1.2	Verlegebedingungen	Frei in Luft Ein mehradrige Kabel oder drei einadrige Kabel im Drehstromsystem im Dreieck gebündelt Schutz gegen direkte Sonneneinstrahlung usw.	
1) zu vereinbaren zwischen Anwender und Hersteller			

V Strombelastbarkeit (abgeschlossen)

1	2	3	4
Nr	Bezeichnung	Anforderungen	Tabelle/Einheit
4.1.3	Umgebungsbedingungen	Umgebungstemperatur, Luft	30 °C
4.2		Belastbarkeit unter abweichenden Bedingungen ¹⁾	
4.2.1	Betriebsart	–	–
4.2.2	Verlegebedingungen	Häufung von Kabeln auf Wannen und Pritschen	
4.2.3	Umgebungsbedingungen	Umgebungstemperatur, Luft	10 °C ... 50 °C
5		Kurzschluss Während eines Kurzschlusses sind Kabel sowohl thermisch als auch mechanisch belastet. Deshalb sind der Nennquerschnitt S_n , die Kabelbauart und, wenn erforderlich, die Befestigung von Kabeln sorgfältig auszuwählen, so dass die Kabel nicht überlastet werden. Die folgenden Bedingungen gelten für eine Kurzschlussdauer bis zu 5 s.	siehe Anhang, Tabelle 17
5.1	Bemessungs-Kurzschlussstrom (thermisch)	Den Bemessungs-Kurzschlussstrom für eine Kurzschlussdauer von 1 s erhält man durch Multiplikation der Bemessungs-Kurzzeitstromdichte mit dem Nennquerschnitt des Leiters.	
5.2	Zulässiger Kurzschlussstrom (thermisch)	Bei Kurzschlussdauern, die von 1 s abweichen, erhält man den zulässigen Kurzschlussstrom durch Division des Bemessungs-Kurzschlussstroms mit der Wurzel aus der Kurzschlussdauer (in s).	
5.3	Zulässiger Kurzschlussstrom (dynamisch)	Einadrige Kabel sind sicher zu befestigen, um den Auswirkungen der Stoßkurzschlussströme standzuhalten; bei mehradrigen Kabeln sind bis zu 40 kA (Stoßwert) keine speziellen Maßnahmen erforderlich.	
1) zu vereinbaren zwischen Anwender und Hersteller			

VI Anhang (Tabellen)

Tabelle 1 – Eindrängte Sektorleiter aus Aluminium (Klasse 1); $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nenn- querschnitt mm ²	h	d		b		r_1	r_2	a
	Richt- wert mm	Nenn- wert mm	Zulässige Abweichung mm	Nenn- wert mm	Zulässige Abweichung mm	Richt- wert mm	Richt- wert mm	Richt- wert mm
$\alpha = 120^\circ$								
50	6,5	6,2	$\pm 0,5$	9,8	$\pm 0,6$	8,1	1,8	2,6
70	8,1	7,7	$\pm 0,5$	10,9	$\pm 0,6$	9,8	2,8	3,3
95	9,3	8,9	$\pm 0,5$	13,5	$\pm 0,6$	11,2	2,8	3,8
120	10,5	10,0	$\pm 0,6$	15,5	$\pm 0,6$	12,3	3,0	4,3
150	11,5	11,0	$\pm 0,6$	17,5	$\pm 0,6$	13,6	3,0	4,7
185	12,8	12,3	$\pm 0,6$	20,1	$\pm 0,7$	15,1	3,0	5,3
240	14,5	14,0	$\pm 0,6$	23,4	$\pm 0,7$	17,0	3,0	6,0
$\alpha = 90^\circ$								
50	7,6	6,9	$\pm 0,5$	9,1	$\pm 0,5$	9,6	1,8	2,3
70	9,5	8,3	$\pm 0,5$	10,4	$\pm 0,6$	11,5	2,8	3,1
95	10,9	9,7	$\pm 0,5$	12,7	$\pm 0,6$	13,3	2,8	3,4
120	12,3	11,1	$\pm 0,6$	14,5	$\pm 0,6$	14,5	3,0	3,8
150	13,4	12,2	$\pm 0,6$	16,2	$\pm 0,6$	15,9	3,0	4,1
185	15,0	13,8	$\pm 0,6$	18,7	$\pm 0,6$	17,8	3,0	4,4
240	17,0	15,8	$\pm 0,6$	21,9	$\pm 0,6$	20,1	3,0	4,9

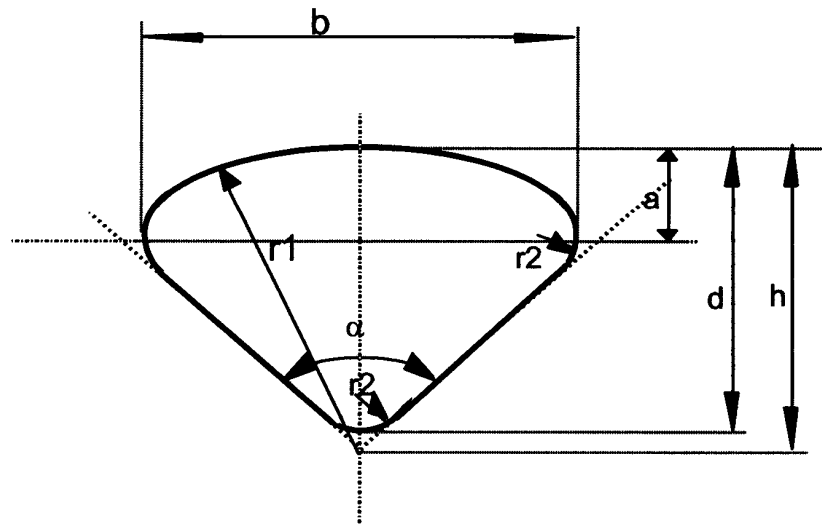


Tabelle 2 – Mehrdrätige Sektorleiter aus Aluminium oder Kupfer (Klasse 2); $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$

1	2	3	4	5	6	7	8
Nenn- querschnitt mm ²	h	d		b	r ₁	r ₂	a
	Richtwert mm	Nennwert mm	Zulässige Abweichung mm	Nennwert mm	Richtwert mm	Richtwert mm	Richtwert mm
$\alpha = 120^\circ$							
35 ¹⁾	6,1	5,9	± 0,7	9,5	7,5	1,5	2,5
50	7,1	6,8	± 0,7	10,9	8,7	1,8	2,9
70	8,6	8,2	± 0,7	13,1	10,3	2,3	3,5
95	10,0	9,6	± 0,7	15,6	12,0	2,4	4,1
120	11,2	10,8	± 0,8	17,7	13,0	2,4	4,7
150	12,6	12,2	± 0,8	20,3	14,6	2,5	5,3
185	14,0	13,6	± 0,8	23,1	16,0	2,5	5,9
240	16,0	15,6	± 0,8	26,7	18,2	2,6	6,8
300 ¹⁾	17,8	17,4	± 0,8	29,5	20,5	2,9	7,6
$\alpha = 90^\circ$							
35 ¹⁾	7,3	6,5	± 0,7	8,9	9,0	1,6	2,1
50	8,3	7,6	± 0,7	10,4	10,3	1,7	2,4
70	10,0	9,0	± 0,7	12,1	12,3	2,3	3,0
95	11,7	10,7	± 0,8	14,7	14,1	2,3	3,4
120	13,2	12,1	± 0,8	16,4	15,5	2,7	3,9
150	14,6	13,5	± 0,8	18,4	17,2	2,7	4,3
185	16,2	15,1	± 0,8	20,8	19,0	2,7	4,7
240	18,6	17,4	± 0,8	24,3	21,6	2,8	5,3
300 ¹⁾	20,6	19,4	± 0,8	27,3	24,0	2,8	5,8

1) Nur Kupferleiter.

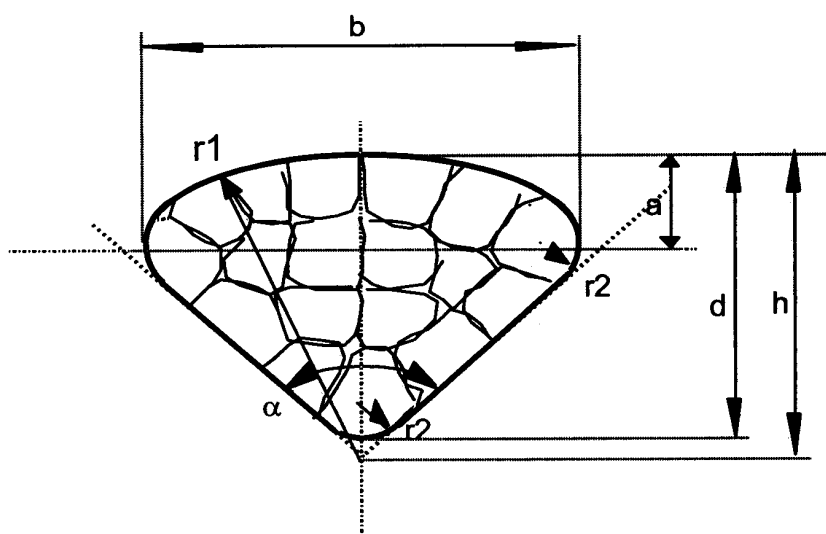


Tabelle 3 – Mehrdrätige Sektorleiter aus Aluminium oder Kupfer (Klasse 2); $\alpha = 60^\circ$, $\alpha = 100^\circ$

1	2	3	4	5	6	7	8
Nennquerschnitt mm ²	h	d		b	r ₁	r ₂	a
	Richtwert mm	Nennwert mm	Zulässige Abweichung mm	Nennwert mm	Richtwert mm	Richtwert mm	Richtwert mm
$\alpha = 100^\circ$							
50	8,1	7,6	$\pm 0,7$	11,0	9,9	1,7	2,7
70	9,5	8,8	$\pm 0,7$	12,5	11,3	2,3	3,2
95	11,2	10,5	$\pm 0,8$	15,3	13,3	2,3	3,7
120	12,5	11,6	$\pm 0,8$	17,0	14,6	2,7	4,1
150	14,0	13,2	$\pm 0,8$	19,4	16,3	2,7	4,6
185	15,5	14,6	$\pm 0,8$	22,0	18,1	2,7	5,0
240	17,8	16,9	$\pm 0,8$	25,5	20,7	2,8	5,8
300 ¹⁾	20,0	19,2	$\pm 0,8$	29,1	23,1	2,8	6,5
$\alpha = 60^\circ$							
35 ¹⁾	9,2	7,6	$\pm 0,7$	7,9	11,3	1,6	1,9
50	10,9	9,2	$\pm 0,7$	9,6	13,3	1,7	2,1
70	13,2	10,9	$\pm 0,8$	11,4	16,3	2,3	2,7
95	15,2	12,9	$\pm 0,8$	13,5	18,1	2,3	2,9
120	17,0	14,3	$\pm 0,8$	14,9	20,7	2,7	3,4
150	19,0	16,3	$\pm 0,8$	16,9	23,1	2,7	3,6
185	20,5	17,8	$\pm 0,8$	18,7	26,5	2,7	3,6

1) Nur Kupferleiter.

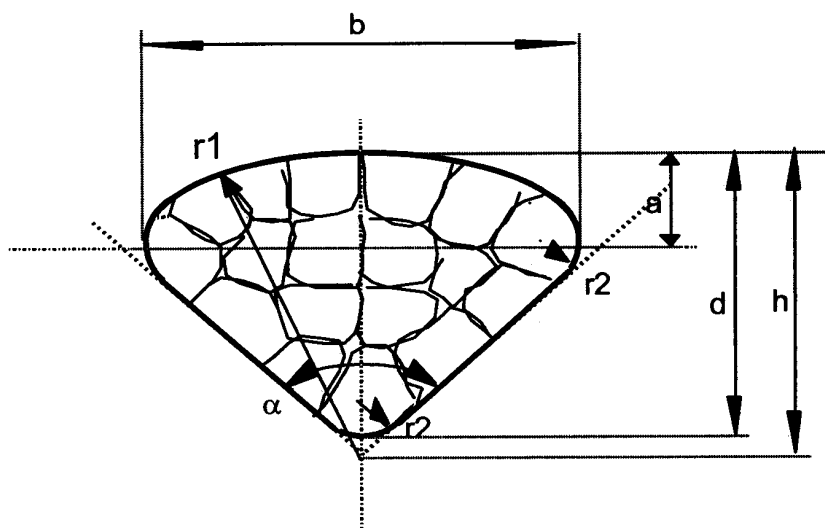


Tabelle 4 – Zulässige Leiterbauarten

1	2	
Leiterbauart	Querschnittsbereich	
	Kupfer mm ²	Aluminium mm ²
rund, eindräftig	1,5 bis 16	25 bis 50
rund, mehrdräftig	1,5 bis 500 ¹⁾	50 bis 630 ¹⁾
sektorförmig, eindräftig	–	50 bis 240
sektorförmig, mehrdräftig	35 bis 300	50 bis 240
1) Bei einadrigen Kabeln auch 1 000 mm ² .		

Tabelle 5 – Zuordnung der Leiter geringeren Querschnitts

Nennquerschnitt der Außenleiter mm ²	Nennquerschnitt des Leiters geringeren Querschnitts mm ²
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185
500	240

Tabelle 6 – Aderkennzeichnung in mehradrigen Kabeln durch Farben³⁾

1	2	3	4
Anzahl der Adern	Mit grün-gelb gekennzeichnete Ader	Ohne grün-gelb gekennzeichnete Ader	Mit konzentrischem Leiter
2	grün-gelb schwarz ¹⁾	nach HD 308	nach HD 308
3	nach HD 308	nach HD 308	nach HD 308
4	nach HD 308 ²⁾	nach HD 308 ²⁾	nach HD 308
5 ²⁾	nach HD 308 ²⁾	nach HD 308 ²⁾	

1) Diese zweiadrige Ausführung ist nur zulässig bei Leiterquerschnitten ab 10 mm² Kupfer oder 16 mm² Aluminium.

2) Haben Kabel eine Ader mit geringerem Leiterquerschnitt, so ist bei der Ausführung nach Spalte 2 diese Ader grün-gelb und bei der Ausführung nach Spalte 3 diese Ader blau zu kennzeichnen.

3) Wenn die Ader nur auf der Oberfläche gekennzeichnet ist, darf die Isolierung unter der Oberfläche keine Farbzusätze haben, außer bei einer zweifarbigen Kennzeichnung.

Die festgelegten Farben müssen HD 402 entsprechen. Die genaue Einhaltung der Farben kann durch mannigfaltige Einflüsse erschwert werden (z. B. Art des Werkstoffs, streuende Eigenfarbe des Werkstoffs, Struktur der Oberfläche, Fertigungsverfahren, Störwirkung benachbarter Farben usw.). Es sind daher Abweichungen von der vorgeschriebenen Farbe zulässig, jedoch nur so weit, dass die Farbgebung bei Tageslicht und bei künstlicher Beleuchtung nicht mit einer anderen Farbe verwechselt werden kann.

4) Die in der Tabelle angegebene Farbreihenfolge ist zu beachten.

Tabelle 7 – Dicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung

1	2	3
Fiktiver Durchmesser über den verseilten Adern mm	Dicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung (Richtwert) mm	Minstdicke mm
bis 25	1,0	0,5
über 25 bis 35	1,2	0,6
über 35 bis 45	1,4	0,7
über 45 bis 60	1,6	0,8
über 60 bis 80	1,8	0,9
über 80	2,0	1,0

Tabelle 8 – Anzahl, Mindestquerschnitte und maximale Abstände zwischen Windungen von Querleitwendeln aus Kupfer

1	2	3	4
Durchmesser $D^{1)}$ unter dem Schirm oder konzentrischem Leiter	Anzahl der Querleitwendeln aus Kupfer	Mindestquerschnitt jeder Querleitwendel aus Kupfer	Max. Abstand ²⁾ zwischen Windungen von Querleitwendeln aus Kupfer
bis 15 mm	1	0,5 mm ²	4 D
	2	0,5 mm ²	4 D
über 15 mm	1	1,0 mm ²	4 D
	2	0,5 mm ²	2 D

1) D ist der fiktive Durchmesser unter dem Schirm oder konzentrischem Leiter nach IEC 60502-1, Anhang A.
2) Abstand zwischen zwei benachbarten Windungen in der Längsrichtung des Kabels.

Tabelle 9 – Einadrige Kabel

Kabelbauart N2XY/NA2XY und N2X2Y/NA2X2Y (Bauart 5G-2)

1	2		3	4	
Anzahl der Adern Nennquerschnitt mm ² Leiterform und -bauart	Wanddicke der Isolierung		Wanddicke des Mantels	Außendurchmesser ¹⁾	
	Nennwert mm	Mindestwert mm	Nennwert mm	Mindestwert mm	Höchstwert (Richtwert) mm
1 × 50 RM	1,0	0,80	1,8	In Vorbereitung	17
1 × 70 RM	1,1	0,89	1,8		19
1 × 95 RM	1,1	0,89	1,8		20
1 × 120 RM	1,2	0,98	1,8		22
1 × 150 RM	1,4	1,16	1,8		24
1 × 185 RM	1,6	1,34	1,8		27
1 × 240 RM	1,7	1,43	1,8		30
1 × 300 RM	1,8	1,52	1,8		32
1 × 400 RM	2,0	1,70	1,9		37
1 × 500 RM	2,2	1,88	2,0		40

1) Rechenwerte: Endgültige Festlegung nach Vorliegen von Erfahrungen.

Tabelle 10 – Vieradrige Kabel mit Kupferleiter

Kabelbauart N2XY und N2X2Y (Bauart 5G-2)

1	2		3	4	
Anzahl der Adern Nennquerschnitt mm ² Leiterform und -bauart	Wanddicke der Isolierung		Wanddicke des Mantels	Außendurchmesser ¹⁾	
	Nennwert	Mindestwert	Nennwert	Mindestwert	Höchstwert (Richtwert)
	mm	mm	mm	mm	mm
4 × 16 RM	0,7	0,53	1,8	In Vorbereitung	24
4 × 25 RM	0,9	0,71	1,8		31
4 × 35 RM	0,9	0,71	1,8		34
4 × 35 SM	0,9	0,71	1,8		32
4 × 50 SM	1,0	0,80	1,9		35
4 × 70 SM	1,1	0,89	2,0		40
4 × 95 SM	1,1	0,89	2,1		44
4 × 120 SM	1,2	0,98	2,3		48
4 × 150 SM	1,4	1,16	2,4		53
4 × 185 SM	1,6	1,34	2,6		58

1) Rechenwerte: Endgültige Festlegung nach Vorliegen von Erfahrungen.

Tabelle 11 – Vieradrige Kabel mit Aluminiumleiter

Kabelbauart NA2XY und NA2X2Y (Bauart 5G-2)

1	2		3	4	
Anzahl der Adern Nennquerschnitt mm ² Leiterform und -bauart	Wanddicke der Isolierung		Wanddicke des Mantels	Außendurchmesser ¹⁾	
	Nennwert	Mindestwert	Nennwert	Mindestwert	Höchstwert (Richtwert)
	mm	mm	mm	mm	mm
4 x 25 RE	0,9	0,71	1,8	In Vorbereitung	28
4 x 35 RE	0,9	0,71	1,8		30
4 x 50 RE	1,0	0,80	1,9		33
4 x 50 SE	1,0	0,80	1,9		33
4 x 70 SE	1,1	0,89	2,0		38
4 x 95 SE	1,1	0,89	2,1		41
4 x 120 SE	1,2	0,98	2,3		45
4 x 150 SE	1,4	1,16	2,4		49
4 x 185 SE	1,6	1,34	2,6		54
4 x 185 SM	1,6	1,34	2,6		58
4 x 240 SE	1,7	1,43	2,8		59
4 x 240 SM	1,7	1,43	2,8		64

1) Rechenwerte: Endgültige Festlegung nach Vorliegen von Erfahrungen.

Tabelle 12 – Bauartkurzzeichen (vorläufig)

Kabel werden bezeichnet mit:

- Bauartkurzzeichen

N	Kabel nach dieser Spezifikation
A	Aluminiumleiter
	Kupferleiter (keine Abkürzung)
2X	VPE-Isolierung
C	Konzentrischer Leiter (wendelförmig)
CW	Konzentrischer Leiter (ceander)
Y	PVC-Mantel
2Y	PE-Mantel
-J	Mit grün-gelber Ader
-O	Ohne grün-gelbe Ader

- Anzahl der Adern \times Leiterquerschnitt in mm^2

- Leiterform und -art

R	Rundleiter
S	Sektorleiter
E	Eindrähtiger Leiter
M	Mehrdrähtiger Leiter

- Nennquerschnitt des konzentrischen Leiters in mm^2 (sofern vorhanden)
- Nennspannung in kV

Tabelle 13 – Spulenkerndurchmesser von Kabelspulen

Kabelbauart	Spulenkerndurchmesser ¹⁾
Kabel ohne konzentrischen Leiter	
– einadrig	$18 d$
– mehradrig $S \leq 95 \text{ mm}^2$	$15 d$
– mehradrig $S > 95 \text{ mm}^2$	$18 d$
Kabel mit konzentrischen Leiter	$20 d$
d Außendurchmesser des Kabels: Größtwert nach Tabellen 9 bis 11 oder Herstellerangaben S Nennquerschnitt des isolierten Leiters 1) Zwischen dem hier angegebenen Spulenkerndurchmesser und dem in 3.4 von Hauptabschnitt IV angegebenen Biegeradius für die Kabelverlegung besteht kein direkter Zusammenhang, da es sich um grundsätzlich unterschiedliche Beanspruchungen handelt.	

Tabelle 14 – Belastbarkeit, Kabel in Erde











1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Isolierwerkstoff	VPE									
Zulässige Betriebstemperatur	90 °C									
Bauartkürzzeichen	N2XY N2X2Y		N2XCWY N2XCW2Y		NA2XY NA2X2Y			NA2XCWY NA2XCW2Y		
Anordnung										
Anzahl der belasteten Adern	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3
Querschnitt in mm ²	Kupferleiter Bemessungsstrom in A					Aluminiumleiter Bemessungsstrom in A				
1,5	48	31	33	31	33	–	–	–	–	–
2,5	63	40	42	40	43	–	–	–	–	–
4	82	52	54	52	55	–	–	–	–	–
6	102	64	67	65	68	–	–	–	–	–
10	136	86	89	87	91	–	–	–	–	–
16	176	112	115	113	117	–	–	–	–	–
25	229	145	148	146	150	177	112	114	113	116
35	275	174	177	176	179	212	135	136	136	138
50	326	206	209	208	211	252	158	162	159	164
70	400	254	256	256	257	310	196	199	197	201
95	480	305	307	307	304	372	234	238	236	240
120	548	348	349	349	341	425	268	272	269	272
150	616	392	393	391	377	476	300	305	302	303
185	698	444	445	442	418	541	342	347	342	340
240	815	517	517	509	469	631	398	404	397	387
300	927	585	583	569	514	716	457	457	454	430
400	1064	671	663	637	565	825	529	525	520	479
500	1227	758	749	691	623	952	609	601	584	531
630	1421	–	843	–	690	1102	–	687	–	587
800	1638	–	935	–	–	1267	–	776	–	–
1000	1869	–	1023	–	–	1448	–	865	–	–
1) Bemessungsstrom in Gleichstromanlagen mit weit entferntem Rückleiter.										
ANMERKUNG Die angegebenen Belastbarkeiten dürfen auch für Kabel mit PE-Mantelwerkstoff verwendet werden.										

Tabelle 15 – Belastbarkeit, Kabel in Luft











1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Isolierwerkstoff	VPE									
Zulässige Betriebstemperatur	90 °C									
Bauartkurzzeichen	N2XY N2X2Y		N2XCWY N2XCW2Y		NA2XY NA2X2Y		NA2XCWY NA2XCW2Y			
Anordnung										
Anzahl der belasteten Adern	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3
Querschnitt in mm ²	Kupferleiter Bemessungsstrom in A					Aluminiumleiter Bemessungsstrom in A				
1,5	33	24	26	25	27	–	–	–	–	–
2,5	43	32	34	33	36	–	–	–	–	–
4	57	42	44	43	47	–	–	–	–	–
6	72	53	56	54	59	–	–	–	–	–
10	99	74	77	75	81	–	–	–	–	–
16	131	98	102	100	109	–	–	–	–	–
25	177	133	138	136	146	136	102	106	104	112
35	217	162	170	165	179	166	126	130	128	137
50	265	197	207	201	218	205	149	161	152	169
70	336	250	263	255	275	260	191	204	194	214
95	415	308	325	314	336	321	234	252	239	263
120	485	359	380	364	388	376	273	295	278	308
150	557	412	437	416	438	431	311	339	316	349
185	646	475	507	480	501	501	360	395	365	401
240	774	564	604	565	580	600	427	472	430	469
300	901	649	697	643	654	696	507	547	506	535
400	1060	761	811	737	733	821	600	643	575	615
500	1252	866	940	807	825	971	695	754	682	700
630	1486	–	1083	–	934	1151	–	882	–	790
800	1751	–	1228	–	–	1355	–	1019	–	–
1000	2039	–	1368	–	–	1580	–	1157	–	–
1) Bemessungsstrom in Gleichstromanlagen mit weit entferntem Rückleiter.										
ANMERKUNG Die angegebenen Belastbarkeiten dürfen auch für Kabel mit PE-Mantelwerkstoff verwendet werden.										

Tabelle 16 – Definition des Belastungsgrades



Tabelle 17 – Zulässige Kurzschlussstemperaturen und Bemessungs-Kurzzeitstromdichten

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kabel mit	Zulässige Kurzschluss-temperatur in °C	Leitertemperatur zu Beginn des Kurzschlusses in °C							
		90	80	70	60	50	40	30	20
		Bemessungs-Kurzzeitstromdichte in A/mm ² für eine Bemessungs-Kurzschlussdauer von 1 s							
Kupferleiter	250	143	149	154	159	165	170	176	181
Aluminiumleiter	250	94	98	102	105	109	113	116	120