

	Starkstromleitungen mit thermoplastischer Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V Teil 1: Allgemeine Anforderungen Deutsche Fassung HD 21.1 S4:2002	DIN VDE 0281-1
--	--	--------------------------

VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0281 Teil 1
------------	---	---

**Unverkäufliches
Freiexemplar**

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung des Harmonisierungsdokuments **HD 21.1 S4**

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.

ICS 29.060.20

Cables of rated voltages up to and including 450/750 V and having thermoplastic insulation – Part 1: General requirements;
German version HD 21.1 S4:2002

Conducteurs et câbles isolés avec des matériaux thermoplastiques de tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 1: Prescriptions générales;
Version allemande HD 21.1 S4:2002

Ersatz für
DIN VDE 0281-1
(VDE 0281 Teil 1):1999-01

Diese Norm enthält unverändert das Europäische Harmonisierungsdokument HD 21.1 S4:2002.“

Beginn der Gültigkeit

Das Harmonisierungsdokument HD 21.1 S4 wurde am 2002-09-01 angenommen.

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 411.2 „Isolierte Starkstromleitungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN VDE 0281-1 (VDE 0281 Teil 1):2003-01.



Fortsetzung Seite 2 und 3
und 23 Seiten HD

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Änderungen

Gegenüber DIN VDE 0281-1 (VDE 0281 Teil 1):1999-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Der Titel der Norm wurde geändert. Der Begriff „Polyvinylchlorid-isoliert“ wurde durch „thermoplastische Isolierhülle“ ersetzt, um den Einsatz weiterer geeigneter Werkstoffe zu ermöglichen.
- b) Die Kennzeichnung der Leitung mit einem Bauart-Kurzzeichen wurde eingeführt.
- c) Die harmonisierten Aderfarben nach HD 308 wurden aufgenommen.
- d) Die gegen tiefe Temperaturen beständige Mischung TM 6 für Mäntel wurde aufgenommen.
- e) Die normativen Verweisungen wurden aktualisiert und die Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 57281 (VDE 0281):1976-04
DIN 57281-1 (VDE 0281 Teil 1):1979-10
DIN 57281-1/A1 (VDE 0281 Teil 1/A1):1981-12
DIN VDE 0281-1 (VDE 0281 Teil 1):1985-04
DIN VDE 0281-1 (VDE 0281 Teil 1):1999-01

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.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

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
Normen der Reihe EN 50267	–	Normen der Reihe DIN EN 50267 (VDE 0482 Teil 267)	VDE 0482 Teil 267
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
Normen der Reihe EN 60811	Normen der Reihe IEC 60811	Normen der Reihe DIN EN 60811	VDE 0473 Teil 811

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
Normen der Reihe HD 21	–	Normen der Reihe DIN VDE 0281	VDE 0281
HD 308 S1:1975	–	DIN VDE 0293 (VDE 0293):1990-01	VDE 0293
HD 361 S3:1999	–	DIN VDE 0292 (VDE 0292):1999-10	VDE 0292
HD 383 S2:1986	IEC 60228:1978	DIN VDE 0295 (VDE 0295):1992-06	VDE 0295
HD 402 S2:1984	–	DIN VDE 0293 (VDE 0293):1990-01	VDE 0293
HD 516 S2:1997	–	DIN VDE 0298 Teil 300 (VDE 0298 Teil 300):1999-04	VDE 0298 Teil 300

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.*

Normen der Reihe DIN EN 50267 (VDE 0482 Teil 267), *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.*

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; Prüfeinrichtung.*

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.*

Normen der Reihe DIN VDE 0281, *Leitungen mit thermoplastischer Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V.*

DIN VDE 0292 (VDE 0292), *System für Typkurzzeichen von isolierten Leitungen; Deutsche Fassung HD 361 S3:1999.*

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

DIN VDE 0298-300 (VDE 0298 Teil 300), *Leitfaden für die Verwendung harmonisierter Niederspannungsstarkstromleitungen; Deutsche Fassung HD 516 S2:1997.*

- Leerseite -

Deutsche Fassung

Starkstromleitungen mit thermoplastischer Isolierhülle für Nennspannungen bis
450/750 V
Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Cables of rated voltages up to and including
450/750 V and having thermoplastic insulation
Part 1: General requirements

Conducteurs et câbles isolés avec des
matériaux thermoplastiques de tension
assignée au plus égale à 450/750 V
Partie 1: Prescriptions générales

Dieses Harmonisierungsdokument wurde von CENELEC am 2002-09-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen für die Übernahme dieses Harmonisierungsdokumentes 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 drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch).

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, 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 4. Ausgabe des HD 21.1 ist durch das Technische Komitee CLC/TC 20 „Electric cables“ erstellt worden.

HD 21 ist von CENELEC erstmals am 09. Juli 1975 angenommen worden.

Die 2. Ausgabe des HD 21 ist am 01. Januar 1984 in Kraft gesetzt worden. Eine 3. Ausgabe des Teils 1 ist im September 1997 veröffentlicht worden.

Diese 4. Ausgabe ist eine vollständige Aktualisierung unter Berücksichtigung sämtlicher verabschiedeter Änderungen innerhalb der Normenpflege der 3. Ausgabe des HD 21 und beinhaltet zusätzliche Verbesserungen.

HD 21.1 S4 ist ähnlich IEC 60227-1 (1993) jedoch nicht gleichwertig.

HD 21 besteht nun aus folgenden Teilen:

HD 21.1 S4	Allgemeine Anforderungen
HD 21.2 S3	Prüfverfahren
HD 21.3 S3	Einadrige Leitungen ohne Mantel für die feste Verlegung
HD 21.4 S2	Mantelleitungen für die feste Verlegung (Neuaufgabe)
HD 21.5 S3	Flexible Leitungen
HD 21.6	Bleibt frei
HD 21.7 S2	Verdrahtungsleitungen für die innere Verdrahtung mit einer höchstzulässigen Betriebstemperatur am Leiter von 90 °C
HD 21.8 S2	Einadrige Leitungen ohne Mantel für Lichterketten (einschließlich A1)
HD 21.9 S2	Einadrige Leitungen ohne Mantel zur Verlegung bei tiefen Temperaturen
HD 21.10 S2	Wendelleitungen
HD 21.11 S1	Leitungen für Leuchten
HD 21.12 S1	Wärmebeständige flexible Schlauchleitungen
HD 21.13 S1	Ölbeständige PVC-Steuerleitungen mit 2 oder mehr Adern
HD 21.14 S1	Flexible Leitungen, Schlauchleitung mit thermoplastischen halogenfreien Werkstoffen

Um durch die Überarbeitung dieses Teils 1 des HD 21 keine unnötigen Änderungen bei lang eingeführten Abschnittsnummern einzuführen, sind die normativen Verweisungen (die sonst im Abschnitt 2 aufgeführt sind) im Anhang A aufgeführt.

Der Entwurf dieses Harmonisierungsdokumentes wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC als HD 21.1 S4 am 2002-09-01 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem das Vorhandensein des HD auf nationaler Ebene angekündigt werden muss (doa): 2003-03-01
- spätestes Datum, zu dem das HD auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer harmonisierten nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2003-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die dem HD entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2003-09-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.
Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.
In dieser Norm ist Anhang A normativ und Anhang B ist informativ.

Inhalt

	Seite
1 Allgemeines	4
1.1 Anwendungsbereich	4
1.2 Zweck	4
1.3 Gemeinsame Kennzeichnung	4
2 Begriffe	5
2.1 Begriffe für Isolier- und Mantelmischungen.....	5
2.2 Begriffe für Prüfverfahren	5
2.3 Nennspannung	5
3 Kennzeichnung.....	6
3.1 Ursprungskennzeichnung.....	6
3.2 Kennzeichenfolge	6
3.3 Beständigkeit.....	7
3.4 Lesbarkeit	7
3.5 Gemeinsame Kennzeichnung	7
3.6 Benutzung des Wortes GENELEC	7
3.7 Bauart-Kurzzeichen	8
4 Aderkennzeichnung.....	8
4.1 Allgemeine Anforderungen.....	8
4.2 Farbschemata.....	8
4.3 Farbkombination grün-gelb.....	9
4.4 Aderkennzeichnung flexibler Leitungen durch Aufdruck	9
5 Allgemeine Anforderungen an den Aufbau der Leitungen	9
5.1 Leiter	9
5.2 Isolierhülle.....	10
5.3 Zwickelfüllung	13
5.4 Weitere Aufbauelemente	13
5.5 Mantel	14
5.6 Prüfungen an der vollständigen Leitung.....	18
6 Hinweise für die Verwendung.....	21
Anhang A (normativ) Normative Verweisungen	22
Anhang B (informativ) Nationale Kennzeichnung.....	23
Tabelle 1 – Anforderungen für die nicht-elektrischen Prüfungen an Isolierhüllen aus thermoplastischen Werkstoffen	11
Tabelle 2 – Anforderungen für die nicht-elektrischen Prüfungen an Mänteln aus thermoplastischen Werkstoffen.....	16
Tabelle 3 – Anforderungen für die elektrischen Prüfungen an Leitungen mit thermoplastischen Isolierwerkstoffen.....	19

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

HD 21 gilt für Leitungen für feste Verlegung und flexible Leitungen mit Isolierhülle und, sofern vorhanden, Mantel aus thermoplastischen Werkstoffen mit Nennspannungen U_N bis 450/750 V für Starkstromanlagen.

ANMERKUNG Für einige flexible Leitungen wird der Begriff „Schnur“ verwendet.

Teil 1 legt die allgemeinen Anforderungen für diese Leitungen fest.

Die vorgeschriebenen Prüfverfahren sind in Teil 2 dieses HD, in EN 50265, EN 50267, EN 50268 und EN 60811 angegeben.

Die einzelnen Leitungsbauarten sind in Teil 3 und den folgenden Teilen dieses HD festgelegt, nachfolgend Aufbaunormen genannt.

Die Bauartkurzzeichen der Leitungen entsprechen HD 361.

1.2 Zweck

Zweck dieses Harmonisierungsdokumentes ist es, Leitungen zu normen, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung sicher und zuverlässig sind, und Merkmale und Anforderungen an die Fertigung festzulegen, die direkt oder indirekt der Sicherheit dienen, sowie Prüfungen zu beschreiben, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen zu prüfen.

1.3 Gemeinsame Kennzeichnung

1.3.1 Allgemeines

Die gemeinsame Kennzeichnung (<HAR>) zeigt an, dass die Fertigungsstätte des Herstellers beurteilt worden ist und seine Produktion laufenden Werkskontrollen in Übereinstimmung mit den technischen Verfahren durch eine anerkannte nationale Approbationsstelle unterworfen ist, die das „Abkommen über die Benutzung einer gemeinsamen vereinbarten Kennzeichnung für Kabel und Leitungen, die den harmonisierten Normen entsprechen“ unterzeichnet hat.

Die Übereinstimmung mit diesem Harmonisierungsdokument darf durch die vereinbarten technischen Verfahren zur Gewährung der gemeinsamen Kennzeichnung¹⁾ bescheinigt werden, welche die anerkannten Regeln darstellen, die sicherstellen, dass ein Hersteller fachkundig ist und die notwendige Sorgfalt bei der Herstellung von Leitungen nach diesem HD anwendet.

Die gemeinsame Kennzeichnung darf unter diesen Voraussetzungen von Herstellern aus Ländern angewendet werden, die dieses HD in Kraft gesetzt haben und in dem die nationale Approbationsstelle zu den Unterzeichnern des Abkommens gehört.

ANMERKUNG Empfehlung für die Verwendung nationaler Prüfzeichen gibt Anhang B.

1.3.2 Wendelleitungen

Die gemeinsame Kennzeichnung, wie in Absatz 1 von 1.3.1 definiert, zeigt für Wendelleitungen ein spezielles Zeichen (<HAR> COIL oder <HAR> CCCCC) in Verbindung mit dem Ursprungskennzeichen. Dieses Kennzeichen bedeutet, dass der Wendel-Prozess überwacht worden ist und das Erzeugnis den Anforderungen dieses HD genügt. Diese zusätzliche Kennzeichnung lässt auch erkennen, dass der

¹⁾ Aufgeführt in den Anhängen 4 und 5 der „Abkommen über die Benutzung einer gemeinsamen vereinbarten Kennzeichnung für Kabel und Leitungen, die den harmonisierten Normen entsprechen.“

Hersteller der Wendelleitung, als Vorbedingung zum Anbringen des Zeichens, regelmäßigen, systematischen Kontrollen durch einen Unterzeichner des Abkommens unterworfen ist.

2 Begriffe

2.1 Begriffe für Isolier- und Mantelmischungen

2.1.1

Mischungstyp

die Kategorie, in die die Mischung entsprechend ihren Eigenschaften eingeordnet ist, wird durch festgelegte Prüfungen bestimmt. Das Typkurzzeichen steht nicht in direkter Beziehung zur Zusammensetzung der Mischung.

2.1.2

Polyvinylchloridmischung (PVC)

eine Kombination von geeigneten Werkstoffen, im richtigen Verhältnis zusammengesetzt und behandelt, deren charakteristischer Bestandteil das Plastomer Polyvinylchlorid ist und das die Anforderungen erfüllt, die in den Aufbaunormen aufgeführt sind

2.2 Begriffe für Prüfverfahren

2.2.1

Typprüfungen (Symbol T)

Typprüfungen sind Prüfungen, die an Leitungen nach dieser Norm durchzuführen sind, bevor sie in den allgemeinen Handel kommen, um zu zeigen, dass die Betriebseigenschaften den gestellten Anforderungen gerecht werden. Diese Prüfungen sind so geartet, dass eine Wiederholung nur erforderlich ist, wenn Änderungen der Werkstoffe des Herstellungsverfahrens oder des Aufbaus erfolgen, die eine Änderung der Betriebseigenschaften bedingen könnten

2.2.2

Auswahlprüfungen (Symbol S)

Auswahlprüfungen sind Prüfungen, die an der fertigen Leitung oder an Proben der fertigen Leitung in einer Häufigkeit durchzuführen sind, die zeigt, dass die Leitung den Aufbaunormen entspricht

2.2.3

Stückprüfungen (Symbol R)

Stückprüfungen sind Prüfungen, die an allen Leitungsfertigungslängen durchzuführen sind, um die Unversehrtheit zu demonstrieren

2.3 Nennspannung

Die Nennspannung einer Leitung ist die Spannung, die den Aufbau und die Prüfung der Leitung hinsichtlich elektrischer Eigenschaften bestimmt.

Die Nennspannung wird durch die Angabe von zwei Wechselspannungswerten für U/U in Volt ausgedrückt.

U_0 Effektivwert zwischen einem Außenleiter und „Erde“ (metallene Umhüllungen der Leitungen oder das umgebende Medium);

U Effektivwert zwischen zwei Außenleitern einer mehradrigen Leitung oder eines Systems von einadrigen Leitungen.

In einem Wechselspannungssystem muss die Nennspannung der Leitung mindestens gleich der Nennspannung des Systems sein, in dem sie eingesetzt wird.

Diese Bedingung gilt sowohl für den Wert U_0 als auch für den Wert U .

In einem Gleichspannungssystem darf der Nennwert der Spannung zwischen den Leitern den 1,5fachen Wert der Nennspannung (U) der Leitung nicht überschreiten, weiter darf der Nennwert der Spannung zwischen jedem Leiter und Erde den 1,5fachen Wert der Nennspannung (U_0) der Leitung nicht überschreiten.

ANMERKUNG Die Betriebsspannung eines Systems darf seine Nennspannung dauernd um 10 % überschreiten. Eine Leitung darf mit einer Spannung betrieben werden, die 10 % über der Nennspannung liegt, sofern letztere mindestens der Nennspannung des Systems entspricht.

3 Kennzeichnung

3.1 Ursprungskennzeichnung

3.1.1 Allgemeines

Leitungen müssen eine Ursprungskennzeichnung haben, die

1. entweder aus dem Herstellerkennfaden oder
2. einer fortlaufenden Kennzeichnung mit Firmennamen oder Firmenzeichen oder (sofern warenrechtlich geschützt) einer Identifizierungsnummer besteht. Die Kennzeichnung kann nach den folgenden drei Möglichkeiten erfolgen:
 - a) bedrucktes Band in der Leitung;
 - b) Bedruckung, erhabene Prägung oder Tiefprägung der Isolierhülle auf wenigstens einer Ader (wenn vorhanden, auf der blauen Ader);
 - c) Bedruckung, erhabene Prägung oder Tiefprägung des Mantels, wenn vorhanden.

3.1.2 Wendelleitungen

Wendelleitungen müssen ein zusätzliches Ursprungskennzeichen haben, aus dem der Wendler hervorgeht. Dieses muss einer der folgenden Möglichkeiten entsprechen:

1. als zusätzliches, klar erkennbares, erhaben geprägtes Zeichen auf dem ausziehbaren Teil, ungeachtet irgendwelcher Weiterverarbeitung, wie z. B. das Anspritzen eines Steckers;
2. als zusätzlich aufgedrucktes Zeichen an gleicher Stelle wie in Ziffer 1;
3. durch das Aufbringen einer Markierungsstelle mit einer klaren und dauerhaften Kennzeichnung, die bei bestimmungsgemäßer Anwendung erkennbar bleiben muss und bei der Weiterbearbeitung nicht entfernt werden darf;
4. zusätzliches Bedrucken der Leitungsenden, unter der Voraussetzung, dass die Kennzeichnung durch nachfolgende Bearbeitung nicht ausgelöscht werden darf und bei bestimmungsgemäßer Anwendung erkennbar bleibt.

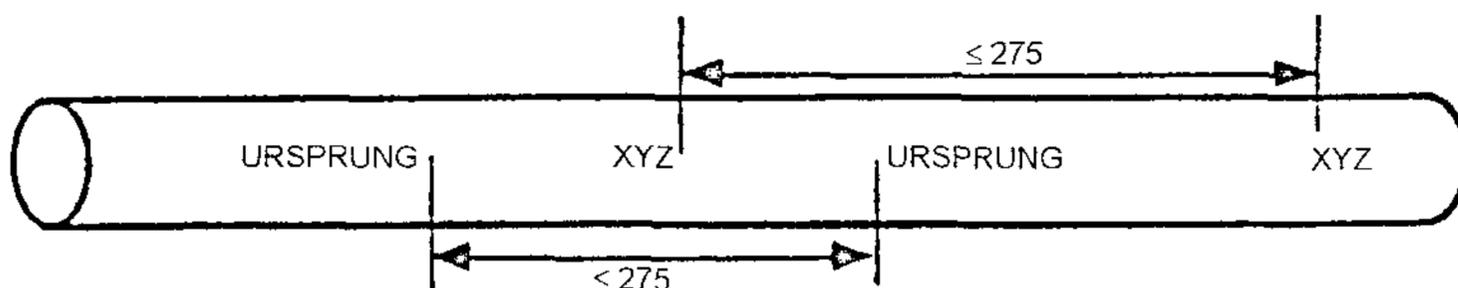
3.2 Kennzeichenfolge

Jedes festgelegte Kennzeichen gilt als fortlaufend, wenn der Abstand zwischen dem Ende eines Kennzeichens und dem Anfang des nächsten gleichen Kennzeichens die folgenden Werte nicht überschreitet:

- 550 mm, wenn sich die Kennzeichnung auf der Manteloberfläche befindet;
- 275 mm, wenn sich die Kennzeichnung befindet:
 - i) auf der Isolierhülle einer Leitung ohne Mantel;
 - ii) auf der Isolierhülle einer Leitung mit Mantel;
 - iii) auf einem Band in einer Leitung mit Mantel.

ANMERKUNG Als festgelegtes Kennzeichen gilt jedes in diesem Teil oder Teil 3 und folgende vorgeschriebene Kennzeichen und auch die fakultative Harmonisierungskennzeichnung <HAR>.

Das nachstehende Bild zeigt ein Beispiel für die Kennzeichnung auf der Aderoberfläche



Diese Anforderung gilt nicht für die in 3.1.2 dieses Teils beschriebene zusätzliche Kennzeichnung von Wendelleitungen.

3.3 Beständigkeit

Gedruckte Kennzeichen müssen beständig sein. Die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen ist nach 1.8 von Teil 2 zu prüfen.

3.4 Lesbarkeit

Alle Kennzeichen müssen lesbar sein.

Die Farben der Kennfäden müssen leicht zu erkennen sein oder leicht erkennbar gemacht werden können, falls erforderlich mit Benzin oder einem anderen geeigneten Lösemittel.

3.5 Gemeinsame Kennzeichnung

3.5.1 Allgemeines

Wird die Harmonisierungskennzeichnung (<HAR>) angewendet, so muss sie mit dem „Abkommen über die Benutzung einer gemeinsamen vereinbarten Kennzeichnung für Kabel und Leitungen, die den harmonisierten Normen entsprechen“^{N1)} übereinstimmen. Sie besteht

1. entweder aus einem Harmonisierungskennfaden, der in Anhang 2 der vorgenannten Vereinbarung festgelegt und zugeteilt worden ist,
2. oder einer fortlaufenden Kennzeichnung (siehe 3.2) von Symbolen, die in Anhang 1 der vorgenannten Vereinbarung festgelegt und zugeteilt worden ist und nach einer der drei Möglichkeiten a), b), c) nach 3.1.1 aufgebracht worden ist.

3.5.2 Wendelleitungen

Wenn unter den Bedingungen des oben genannten „Abkommens“ die gemeinsame Kennzeichnung für Wendelleitungen (<HAR> COIL oder <HAR> CCCCC) angewendet wird, so muss sie einem unter 3.1.2 aufgeführten zusätzlichen Ursprungskennzeichen entsprechen und in Verbindung mit dem Ursprungskennzeichen angewendet werden.

3.6 Benutzung des Wortes CENELEC

Die Leitungen dürfen weder innen noch außen mit dem Wort CENELEC oder einer Abkürzung hierfür gekennzeichnet werden.

^{N1)} Nationale Fußnote: ISO/IEC Guide 68:2002, Vereinbarungen für die Anerkennung und die Übernahme von Ergebnissen der Konformitätsbewertung.

3.7 Bauart-Kurzzeichen

Jede Leitung muss fortlaufend (siehe 3.2) mit dem Bauart-Kurzzeichen auf dem Mantel oder einer der Adern gekennzeichnet werden. Die Bauart-Kurzzeichen sind in den Aufbaunormen, Teile 3 und darüber, dieses HD aufgeführt.

ANMERKUNG Die Aufbaunormen, Teile 3 und darüber, fordern derzeit diese Kennzeichnung nicht bzw. nur einen Teil des vollen Bauart-Kurzzeichens. Die Anforderung dieses 3.7 ersetzt die der Aufbaunormen, die in Kürze entsprechend berichtigt werden.

4 Aderkennzeichnung

4.1 Allgemeine Anforderungen

Die Adern sind farbig zu kennzeichnen und zwar entweder durch Einfärben der Isolierhülle oder deren Oberfläche.

Mit Ausnahme der grün-gelb gekennzeichneten Ader müssen alle Adern einer mehradrigen Leitung einfarbig gekennzeichnet sein. Bei mehradrigen Leitungen dürfen die Farben grün und gelb nicht als Einzelfarbe verwendet werden.

Die Farben müssen klar unterscheidbar und beständig sein. Die Beständigkeit ist mit der Prüfung nach 1.8 von Teil 2 nachzuweisen.

4.2 Farbschemata

4.2.1 Flexible Leitungen

Die Farbe der Adern von flexiblen Leitungen und ihre Anordnung im Verseilverbund muss mit HD 308 übereinstimmen.

4.2.2 Einadrige Leitungen ohne Mantel

Die Aderfarben, die möglichst gut mit den Farben nach HD 402 übereinstimmen sollten, müssen wie folgt ausgewählt werden:

- a) für Verdrahtungsleitungen 300/500 V (H05-Bauarten) werden folgende einfarbige Kennzeichnungen zugelassen: schwarz, blau, braun, grau, orange, rosa, rot, türkis, violett, weiß, grün und gelb. Zweifarbige Kennzeichnungen in jeder Kombination der o.g. Einzelfarben sind erlaubt. Die Anteile der Farben einer grün-gelb gekennzeichneten Ader müssen mit 4.3 übereinstimmen;

ANMERKUNG Die Verwendung der Aderfarben grün oder gelb kann in einigen Ländern durch nationale Sicherheitsbestimmungen oder andere Bestimmungen verboten oder eingeschränkt sein. In einigen Ländern ist grün ausdrücklich zur Kennzeichnung von Leitungen für Lichterketten erlaubt.

- b) für Aderleitungen 450/750 V (H07-Bauarten) werden folgende einfarbige Kennzeichnungen zugelassen: schwarz, blau, braun, grau, orange, rosa, rot, türkis, violett und weiß. Zweifarbige Kombinationen mit Ausnahme der Kombination grün-gelb, bei der die Anteile der Farben mit 4.3 übereinstimmen müssen, sind nicht erlaubt.

ANMERKUNG In nationalen Bestimmungen sind weitere Einzelfarben im Hinblick auf die anstehende Harmonisierung der Errichtungsbestimmungen durch CENELEC/TC 64 zugelassen.

4.2.3 Mehradrige Mantelleitungen für feste Verlegung

Die Farben der Adern müssen mit HD 308 übereinstimmen.

4.3 Farbkombination grün-gelb

Die Anteile der Farben bei grün-gelb gekennzeichneten Adern müssen (in Übereinstimmung mit HD 308) folgenden Bedingungen genügen: Auf jedem beliebigen 15 mm langen Stück darf die eine dieser Farben die Aderoberfläche um nicht weniger als 30 % und nicht mehr als 70 % bedecken, während die andere Farbe den Rest der Oberfläche bedecken muss.

ANMERKUNG Hinweise für die Verwendung grün-gelb und blau gekennzeichneter Adern:

Es wird davon ausgegangen, dass die Farben grün und gelb in der o. g. Kombination ausschließlich zur Kennzeichnung der Ader bestimmt sind, die zur Kennzeichnung als Schutzleiter oder für ähnliche Schutzzwecke verwendet wird, und dass die Farbe blau für die Kennzeichnung einer Ader bestimmt ist, die als Neutralleiter dient. Wird kein Neutralleiter benötigt, so darf blau der Kennzeichnung jeder Ader dienen, mit Ausnahme von Schutzleitern und Adern für ähnliche Schutzzwecke.

4.4 Aderkennzeichnung flexibler Leitungen durch Aufdruck

Werden die Leitungen mit mehr als fünf Adern durch Aufdruck gekennzeichnet, so muss dieses EN 50334 entsprechen.

5 Allgemeine Anforderungen an den Aufbau der Leitungen

5.1 Leiter

5.1.1 Werkstoff

Die Leiter müssen aus weichgeglühtem Kupfer bestehen.

Ausgenommen sind die Einzeldrähte von leichten Zwillingsleitungen, die aus einer Kupferlegierung bestehen dürfen. Die Drähte dürfen verzinkt sein.

5.1.2 Aufbau

Die maximal zulässigen Durchmesser der Einzeldrähte von fein- und feinstdrähtigen Leitern, ausgenommen bei leichten Zwillingsleitungen, und die Mindestanzahl der Drähte von mehrdrähtigen Leitern müssen HD 383 entsprechen.

Die für die verschiedenen Leitungsbauarten zugehörige Leiterklasse ist in den Aufbaunormen festgelegt.

Für Leitungen für feste Legung müssen die Leiter rund-eindrähtig, rund-mehrdrähtig oder rund-mehrdrähtig verdichtet sein.

Bei leichten Zwillingsleitungen muss jeder Leiter eine Anzahl von Litzen oder Gruppen von Litzen enthalten, die miteinander verseilt sind. Jede Litze muss sich aus einem oder mehreren abgeflachten Leitern aus Kupfer oder Kupferlegierung zusammensetzen, die wendelförmig um einen Trägerfaden aus Baumwolle, Polyamid oder ähnlichem Material gewickelt sind.

5.1.3 Prüfung des Aufbaues

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen nach den 5.1.1 und 5.1.2 sowie mit den Anforderungen des HD 383 muss durch Besichtigung und Messung geprüft werden.

5.1.4 Elektrischer Widerstand

Mit Ausnahme der leichten Zwillingsleitung muss der Widerstand eines jeden Leiters bei 20 °C mit den Anforderungen für die jeweilige Leiterklasse nach HD 383 übereinstimmen.

Bei leichten Zwillingsleitungen darf der Widerstand bei 20 °C den in Abschnitt 2 von Teil 5 festgelegten Höchstwert nicht überschreiten.

Die Übereinstimmung muss durch die Prüfung nach 2.1 von Teil 2 geprüft werden.

5.2 Isolierhülle

5.2.1 Werkstoff

Die Isolierhülle muss der in den Aufbaunormen für die jeweilige Leitungsbauart festgelegten Mischung aus thermoplastischem Werkstoff entsprechen.

Die Isoliermischungen TI 1, TI 2, TI 4 und TI 5 für PVC-isolierte Leitungen sind für eine dauernde höchstzulässige Leitertemperatur von 70 °C vorgesehen.

Die Isoliermischung TI 3 für PVC-isolierte Leitungen ist für eine dauernde höchstzulässige Leitertemperatur von 90 °C vorgesehen.

Die Prüfanforderungen für diese Mischungen sind in Tabelle 1 festgelegt.

Die höchstzulässige Betriebstemperatur am Leiter und die höchstzulässige Kurzschlussstemperatur für jede Isoliermischung ist in Tabelle 1 aufgeführt.

ANMERKUNG Die höchstzulässigen Kurzschlussstemperaturen für bestimmte Leitungen können niedriger sein als die für die Isoliermischung festgelegte. Weitere Hinweise siehe HD 516.

5.2.2 Anordnung der Isolierhülle auf dem Leiter

Die Isolierhülle muss so aufgebracht sein, dass sie eng am Leiter anliegt. Mit Ausnahme der leichten Zwillingsleitungen muss sie sich jedoch vom Leiter lösen lassen, ohne dass sie oder der Leiter oder eine gegebenenfalls vorhandene Verzinnung beschädigt wird. Die Übereinstimmung muss durch Besichtigung und durch Prüfung von Hand geprüft werden.

5.2.3 Wanddicke

Der Mittelwert der Isolierwanddicke darf die in den Tabellen der Aufbaunormen für jede Leitungsbauart und jeden Leiternennquerschnitt festgelegten Werte nicht unterschreiten.

Der Nennwert darf stellenweise unterschritten sein, jedoch um nicht mehr als 0,1 mm + 10 % des festgelegten Wertes.

Die Übereinstimmung muss durch die Prüfung nach 1.9 von Teil 2 geprüft werden.

5.2.4 Mechanische Eigenschaften vor und nach der Alterung

Die Isolierhülle muss innerhalb der Temperaturgrenzen, denen sie bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ausgesetzt ist, ausreichende mechanische Festigkeit besitzen.

Die Übereinstimmung muss durch die Prüfungen nach Tabelle 1 geprüft werden.

Die anzuwendenden Prüfverfahren und die zu erzielenden Prüfergebnisse sind in Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 1 – Anforderungen für die nicht-elektrischen Prüfungen an Isolierhüllen aus thermoplastischen Werkstoffen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lfd. Nr.	Prüfung	Einheit	Prüfverfahren nach EN 60811		Mischungstyp				
			Teil	Abschnitt	TI 1	TI 2	TI 3	TI 4	TI 5
	Höchstzulässige Betriebstemperatur am Leiter	°C			70	70	90	70	70
	Höchstzulässige Temperatur am Leiter im Kurzschlussfall	°C			160	160	160	160	160
1	Zugfestigkeit und Reißdehnung								
1.1	Eigenschaften im Lieferzustand		1-1	9.1					
1.1.1	Zu erzielende Werte für die Zugfestigkeit: – Median, min.	N/mm ²			12,5	10,0	15,0	12,5	10,0
1.1.2	Zu erzielende Werte für die Reißdehnung: – Median, min.	%			125	150	150	125	150
1.2	Eigenschaften nach der Alterung im Wärmeschrank		1-2	8.1					
1.2.1	Alterungsbedingungen: – Temperatur – Dauer	°C h			80 ± 2 7 × 24	80 ± 2 7 × 24	135 ± 2 14 × 24	80 ± 2 7 × 24	80 ± 2 7 × 24
1.2.2	Zu erzielende Werte für die Zugfestigkeit: – Median, min. – Änderung ¹⁾ , max.	N/mm ² %			12,5 ± 20	10,0 ± 20	15,0 ± 25	12,5 ± 20	10,0 ± 20
1.2.3	Zu erzielende Werte für die Reißdehnung: – Median, min. – Änderung ¹⁾ , max.	% %			125 ± 20	150 ± 20	150 ± 25	125 ± 20	150 ± 20
2	Masseverlust		3-2	8.1					
2.1	Alterungsbedingungen: Temperatur Dauer	°C h			80 ± 2 7 × 24	80 ± 2 7 × 24	115 ± 2 14 × 24	80 ± 2 7 × 24	80 ± 2 7 × 24
2.2	Zu erzielende Werte für den Masseverlust, max.	mg/cm ²			2,0	2,0	1,5	2,0	2,0
3	Gegenseitige Beeinflussung²⁾								
3.1	Alterungsbedingungen: – Temperatur – Dauer	°C h	1-2	8.1.4	3)	3)	100 ± 2 14 × 24	–	3)
3.2	Mechanische Eigenschaften nach der Alterung Zu erzielende Werte				4)	4)	4)	–	4)

Fußnoten am Ende der Tabelle.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lfd. Nr.	Prüfung	Einheit	Prüfverfahren nach EN 60811		Mischungstyp				
			Teil	Abschnitt	TI 1	TI 2	TI 3	TI 4	TI 5
	Höchstzulässige Betriebstemperatur am Leiter	°C			70	70	90	70	70
	Höchstzulässige Temperatur am Leiter im Kurzschlussfall	°C			160	160	160	160	160
4	Wärme-Schockprüfung		3-1	9.1					
4.1	Prüfbedingungen:								
	- Temperatur	°C			150 ± 2	150 ± 2	150 ± 2	150 ± 2	150 ± 2
	- Dauer	h			1	1	1	1	1
4.2	Zu erzielende Werte				5)	5)	5)	5)	5)
5	Wärme-Druckprüfung		3-1	8.1					
5.1	Prüfbedingungen:								
	- Kraft ,ausgeübt durch die Schneide		3-1	8.1.4	6)	6)	6)	6)	6)
	- Dauer der Wärmebehandlung unter Druck		3-1	8.1.5	6)	6)	6)	6)	6)
	- Temperatur	°C			80 ± 2	70 ± 2	90 ± 2	80 ± 2	70 ± 2
5.2	Zu erzielende Werte:								
	- Median der Eindringtiefe, max.	%			50	50	50	50	50
6	Kälte-Wickelprüfung		1-4	8.1					
6.1	Prüfbedingungen:								
	- Temperatur	°C			-15 ± 2	-15 ± 2	-15 ± 2	-40 ± 2	-30 ± 2
	- Dauer		1-4	8.1.4 und 8.1.5	6)	6)	6)	6)	6)
6.2	Zu erzielende Werte				5)	5)	5)	5)	5)
7	Kälte-Dehnungsprüfung		1-4	8.3					
7.1	Prüfbedingungen:								
	- Temperatur	°C			-15 ± 2	-15 ± 2	-	-40 ± 2	-30 ± 2
	- Dauer		1-4	8.3.4 und 8.3.5	6)	6)	-	6)	6)
7.2	Zu erzielende Werte:								
	- Reißdehnung, min.	%			30	30	-	30	30
8	Kälte-Schlagprüfung		1-4	8.5					
8.1	Prüfbedingungen:								
	- Temperatur	°C			-15 ± 2	-15 ± 2	-	-40 ± 2	-30 ± 2
	- Dauer		1-4	8.5.5	6)	6)	-	6)	6)
	- Masse des Hammers		1-4	8.5.4	6)	6)	-	6)	6)
8.2	Zu erzielende Werte		1-4	8.5.6	5)	5)	-	5)	5)
9	Thermische Stabilität bei 200 °C	min	3-2	9	-	-	240	-	-

- 1) Änderung: Unterschied zwischen dem Median nach der Alterung und dem Median vor der Alterung in Prozent des letzteren.
- 2) Nur anzuwenden, wenn in der betreffenden Aufbaunorm gefordert.
- 3) Wie in Lfd. Nr. 1.2.1.
- 4) Wie in Lfd. Nr. 1.2.2 und 1.2.3.
- 5) Keine Risse.
- 6) Vergleiche Prüfverfahren nach Spalten 4 und 5.

5.3 Zwickelfüllung

5.3.1 Werkstoff

Sofern in Aufbaunormen nichts anderes angegeben ist, muss die Zwickelfüllung bestehen

- aus einer nicht vernetzten Gummimischung oder aus thermoplastischem Werkstoff,
- aus natürlichen oder synthetischen Textilfäden oder
- aus Papier.

Es dürfen keine schädlichen Beeinflussungen zwischen den Bestandteilen der Zwickelfüllung und der Isolierhülle und/oder dem Mantel auftreten. Die Kontrolle muss durch die Prüfung auf gegenseitige Beeinflussung mit den Anforderungen relevant für die verwendeten Isolier- und Mantelwerkstoffe der betreffenden Leitung erfolgen.

5.3.2 Anwendung

In den Aufbaunormen ist für jede Leitungsbauart festgelegt, ob eine Zwickelfüllung vorhanden ist oder ob der Mantel oder die gemeinsame Aderumhüllung in die Zwickel zwischen den Adern eindringen darf und so die Zwickelfüllung bildet.

In mehradrigen Leitungen darf eine Kerneinlage verwendet werden. Die gegebenenfalls vorhandene Zwickelfüllung muss die Zwischenräume zwischen den Adern ausfüllen, um dem Aufbau praktisch einen kreisförmigen Querschnitt zu geben. Sie darf nicht an den Adern haften. Die verseilten Adern und die Zwickelfüllung dürfen durch eine Folie oder ein Band zusammengehalten sein.

5.4 Weitere Aufbauelemente

5.4.1 Allgemeines

Sofern in den Aufbaunormen nichts anderes festgelegt ist, darf die Leitung eine extrudierte gemeinsame Aderumhüllung, einen extrudierten Innenmantel, einen metallenen Schirm oder eine Kombination dieser aufweisen. Die weiteren Aufbauelemente müssen die Anforderungen nach 5.4.2 und 5.4.4 erfüllen.

5.4.2 Werkstoffe

Die extrudierte gemeinsame Aderumhüllung muss aus einer unvernetzten Gummi- oder Kunststoffmischung bestehen.

Der extrudierte Innenmantel muss aus einer Mischung nach Tabelle 2 bestehen.

Der Schirm muss aus einem Geflecht aus Kupferdrähten bestehen. Die Drähte dürfen blank oder metallumhüllt sein.

Es dürfen keine schädlichen Beeinflussungen zwischen diesen weiteren Aufbauelementen und Isolierhülle und/oder Mantel auftreten. Kontrolle muss als Teil der Prüfung der gegenseitigen Beeinflussung erfolgen, so wie sie für die betreffenden Isolier- und Mantelmischungen nach Aufbaunorm festgelegt ist.

5.4.3 Anwendung

Die extrudierte gemeinsame Aderumhüllung muss die Adern umschließen, um der Leitung praktisch einen kreisförmigen Querschnitt zu geben. Die extrudierte gemeinsame Aderumhüllung darf nicht an den Adern haften.

Wo in den Aufbaunormen angegeben, darf die extrudierte gemeinsame Aderumhüllung oder der Innenmantel in die Zwickel zwischen den Adern eindringen und so die Zwickelfüllung bilden.

Der Schirm muss über einem Innenmantel angeordnet sein.

5.4.4 Maße

Für die extrudierte gemeinsame Aderumhüllung wird keine Wanddickenmessung verlangt.

Anforderungen für die Wanddicke von Innenmänteln müssen den Aufbaunormen entsprechen.

Anforderungen für die Durchmesser von Einzeldrähten für metallene Schirme müssen den Aufbaunormen entsprechen.

5.5 Mantel

5.5.1 Werkstoff

Der Mantel muss der in den Aufbaunormen für die jeweilige Leitungsbauart festgelegten thermoplastischen Mischung entsprechen, und zwar:

der Mischung TM 1 für Leitungen für feste Verlegung;

der Mischung TM 2 für flexible Leitungen;

der Mischung TM 3 für wärmebeständige flexible Leitungen mit einer höchstzulässigen Temperatur am Leiter von nicht mehr als 90 °C;

der Mischung TM 4 für flexible Leitungen, die bei tiefen Temperaturen betrieben werden;

der Mischung TM 5 für ölbeständige flexible Leitungen;

der Mischung TM 6 für PVC-umhüllte Leitungen, beständig gegen tiefe Temperaturen

Die Prüfanforderungen für diese Mischungen sind in Tabelle 2 festgelegt.

5.5.2 Anordnung

Der Mantel muss als eine homogene Schicht extrudiert sein

a) bei einadrigen Leitungen über der Ader;

b) bei mehradrigen Leitungen über den verseilten Adern und, soweit vorhanden, über den Zwickelfüllungen oder der gemeinsamen Aderumhüllung.

Der Mantel darf nicht an den Adern haften und muss sich entfernen lassen, ohne dass die Adern beschädigt werden.

Eine Trennschicht aus Folie oder Band darf unter dem Mantel aufgebracht sein.

In den Aufbaunormen ist für jede Leitungsbauart angegeben, ob die Leitung eine extrudierte gemeinsame Aderumhüllung besitzt oder ob der Außenmantel in die Zwickel zwischen den Adern eindringen darf und so die Zwickelfüllung bildet (siehe 5.3.2).

5.5.3 Wanddicke

Der Mittelwert der Mantelwanddicke darf die in den Tabellen der Aufbaunormen für die jeweilige Leitungsbauart festgelegten Werte nicht unterschreiten.

Die Wanddicke darf die festgelegten Werte stellenweise unterschreiten, jedoch um nicht mehr als 0,1 mm + 15 % des festgelegten Wertes, soweit nichts anderes festgelegt ist.

Die Übereinstimmung muss durch die Prüfung nach 1.10 von Teil 2 geprüft werden.

5.5.4 Mechanische Eigenschaften vor und nach der Alterung

Der Mantel muss innerhalb der Temperaturgrenzen, denen er bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ausgesetzt ist, ausreichende mechanische Festigkeit besitzen.

Die Übereinstimmung muss durch die in Tabelle 2 festgelegten Prüfungen geprüft werden.

Die Prüfanforderungen und die zu erzielenden Prüfergebnisse sind in Tabelle 2 festgelegt.

5.5.5 Farbe

Gefärbte Mäntel müssen entweder durchgefärbt oder auf der Oberfläche gefärbt sein. Im Falle der Oberflächenfärbung muss die Oberflächenschicht im Wesentlichen aus dem gleichen Werkstoff bestehen wie die darunter liegende Schicht; auch muss sie als Teil des Extrusionsprozesses aufgebracht sein. Die Oberflächenfarbschicht darf sich nicht von dem darunter liegenden Werkstoff ablösen lassen und sie muss beständig sein.

Tabelle 2 – Anforderungen für die nicht-elektrischen Prüfungen an Mänteln aus thermoplastischen Werkstoffen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lfd. Nr.	Prüfung	Einheit	Prüfverfahren nach EN 60811		Mischungstyp					
			Teil	Abschnitt	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 6
1	Zugfestigkeit und Reißdehnung									
1.1	Eigenschaften im Lieferzustand		1-1	9.2						
1.1.1	Zu erzielende Werte für die Zugfestigkeit: – Median, min.	N/mm ²			12,5	10,0	10,0	10,0	10,0	7,5
1.1.2	Zu erzielende Werte für die Reißdehnung: – Median, min.	%			125	150	150	150	150	125
1.2	Eigenschaften nach Alterung im Wärmeschrank		1-2	8.1						
1.2.1	Alterungsbedingungen: – Temperatur	°C			80 ± 2	80 ± 2	135 ± 2	80 ± 2	80 ± 2	80 ± 2
	– Dauer	h			7 × 24	7 × 24	14 × 24	7 × 24	7 × 24	7 × 24
1.2.2	Zu erzielende Werte für die Zugfestigkeit: – Median, min.	N/mm ²			12,5	10,0	10,0	10,0	10,0	7,5
	– Änderung ¹⁾ , max.	%			± 20	± 20	± 25	± 20	± 20	± 20
1.2.3	Zu erzielende Werte für die Reißdehnung: – Median, min.	%			125	150	150	150	150	125
	– Änderung ¹⁾ , max.	%			± 20	± 20	± 25	± 20	± 20	± 20
1.3	Eigenschaften nach Lagerung in Mineralöl		2-1	10						
1.3.1	Prüfbedingungen – Temperatur	°C			–	–	–	–	90 ± 2	–
	– Dauer der Öllagerung	h			–	–	–	–	7 × 24	–
1.3.2	Zu erzielende Werte für die Zugfestigkeit – Änderung ¹⁾ , max.	%			–	–	–	–	± 30	–
1.3.3	Zu erzielende Werte für die Reißdehnung – Änderung ¹⁾ , max.	%			–	–	–	–	± 30	–
2	Masseverlust		3-2	8.2						
2.1	Alterungsbedingungen – Temperatur	°C			80 ± 2	80 ± 2	115 ± 2	80 ± 2	80 ± 2	80 ± 2
	– Dauer	h			7 × 24	7 × 24	10 × 24	7 × 24	7 × 24	7 × 24
2.2	Masseverlust, max.	mg/cm ²			2,0	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0
3	Gegenseitige Beeinflussung²⁾									
3.1	Alterungsbedingungen – Temperatur	°C	1-2	8.1.4	80 ± 2	80 ± 2	100 ± 2	80 ± 2	80 ± 2	–
	– Dauer	h			7 × 24	7 × 24	14 × 24	7 × 24	7 × 24	–

Fußnoten am Ende der Tabelle.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lfd. Nr.	Prüfung	Einheit	Prüfverfahren nach EN 60811		Mischungstyp					
			Teil	Abschnitt	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 6
3.2	Mechanische Eigenschaften nach Alterung Zu erzielende Werte				3)	3)	3)	3)	3)	—
4	Wärme-Schockprüfung		3-1	9.2						
4.1	Prüfbedingungen:									
	– Temperatur	°C			150 ± 2	150 ± 2	150 ± 2	150 ± 2	150 ± 2	150 ± 2
	– Dauer	h			1	1	1	1	1	1
4.2	Zu erzielende Werte				4)	4)	4)	4)	4)	4)
5	Wärme-Druckprüfung		3-1	8.2						
5.1	Prüfbedingungen:									
	– Kraft, ausgeübt durch die Schneide		3-1	8.2.4	5)	5)	5)	5)	5)	5)
	– Dauer der Wärmebehandlung unter Druck	h	3-1	8.2.5	5)	5)	5)	5)	5)	5)
	– Temperatur	°C			80 ± 2	70 ± 2	90 ± 2	70 ± 2	70 ± 2	70 ± 2
5.2	Zu erzielende Werte									
	– Median der Eindringtiefe, max.	%			50	50	50	50	50	50
6.	Kälte-Wickelprüfung		1-4	8.2						
6.1	Prüfbedingungen:									
	– Temperatur	°C			-15 ± 2	-15 ± 2	-15 ± 2	-30 ± 2	-15 ± 2	-40 ± 2
	– Dauer		1-4	8.2.3	5)	5)	5)	5)	5)	5)
6.2	Zu erzielende Werte				4)	4)	4)	4)	4)	4)
7	Kälte-Dehnungsprüfung		1-4	8.4						
7.1	Prüfbedingungen:									
	– Temperatur	°C		8.4.4 und 8.4.5	-15 ± 2	-15 ± 2	-15 ± 2	-30 ± 2	-15 ± 2	-40 ± 2
	– Dauer		1-4		5)	5)	5)	5)	5)	5)
7.2	Zu erzielende Werte für die Reißdehnung, min.	%			30	30	30	30	30	30
8	Kälte-Schlagprüfung		1-4	8.5						
8.1	Prüfbedingungen:									
	– Temperatur	°C			-15 ± 2	-15 ± 2	-15 ± 2	-30 ± 2	-15 ± 2	-40 ± 2
	– Dauer		1-4	8.5.5	5)	5)	5)	5)	5)	5)
	– Masse des Hammers		1-4	8.5.4	5)	5)	5)	5)	5)	5)
8.2	Zu erzielende Werte		1-4	8.5.6	4)	4)	4)	4)	4)	4)
9	Thermische Stabilität 200 °C	min	3-2	9	—	—	240	—	—	—

- 1) Änderung: Unterschied zwischen dem Median nach der Alterung und dem Median vor der Alterung in Prozent des letzteren.
- 2) Nur anzuwenden, wenn in der betreffenden Aufbaunorm gefordert.
- 3) Wie bei lfd. Nr. 1.2.2 und 1.2.3.
- 4) Keine Risse.
- 5) Vergleiche Prüfverfahren nach Spalten 4 und 5.

5.6 Prüfungen an der vollständigen Leitung

5.6.1 Elektrische Eigenschaften

Die Leitungen müssen ausreichende Spannungsfestigkeit und Isolationswiderstände besitzen.

Die Kontrolle muss durch die in Tabelle 3 festgelegten Prüfungen erfolgen.

Die Prüfverfahren und die zu erzielenden Prüfergebnisse sind in Tabelle 3 festgelegt.

5.6.2 Außenmaße

Das Mittelmaß der Außenmaße der Leitungen muss innerhalb der in den Aufbaunormen festgelegten Mindest- und Höchstmaße liegen, sofern in dem entsprechenden Unterabschnitt der Aufbaunorm nichts anderes festgelegt ist.

Der Unterschied zwischen zwei beliebigen Werten des Außendurchmessers von runden Leitungen mit Mantel darf, gemessen am gleichen Leitungsquerschnitt (Ovalität), 15 % des festgelegten Höchstwertes für den mittleren Außendurchmesser nicht überschreiten.

Die Kontrolle muss durch die Prüfung nach 1.11 von Teil 2 erfolgen.

5.6.3 Mechanische Festigkeit flexibler Leitungen

Flexible Leitungen müssen den im bestimmungsgemäßen Gebrauch auftretenden Biegungen und anderen mechanischen Beanspruchungen genügen.

Die Kontrolle muss, sofern in den Aufbaunormen festgelegt, durch die Prüfungen nach Teil 2, Abschnitt 3, erfolgen.

5.6.3.1 Wechselbiegeprüfung flexibler Leitungen

Siehe 3.1 von Teil 2.

Bei der Prüfung mit je 30 000 Hin- und Herbewegungen, d. h. 60 000 Einzelbewegungen, darf weder eine Stromunterbrechung oder ein Kurzschluss zwischen den Leitern noch ein Kurzschluss zwischen der Leitung und den Rollen (der Wechselbiegeprüfmaschine) auftreten.

Nach der erforderlichen Anzahl der Hin- und Herbewegungen muss der Mantel der Leitungsprobe, soweit vorhanden, entfernt werden. Danach müssen die Adern einer Spannungsprüfung nach 2.3 von Teil 2 standhalten.

5.6.3.2 Biegeprüfung für leichte Zwillingsleitungen

Siehe 3.2 von Teil 2.

Bei der Prüfung mit 60 000 Hin- und Herbewegungen, d. h. 120 000 Einzelbiegungen darf keine Stromunterbrechung eintreten.

Nach der Prüfung muss die Probe einer Spannungsprüfung nach 2.2 von Teil 2 standhalten; jedoch soll die Spannung von 1 500 V nur zwischen den miteinander verbundenen Leitern und Wasser angelegt werden.

5.6.3.3 Fallprüfung für die leichte Zwillingsleitung

Siehe 3.3 von Teil 2.

Während der Prüfung darf keine Stromunterbrechung auftreten.

Tabelle 3 – Anforderungen für die elektrischen Prüfungen an Leitungen mit thermoplastischen Isolierwerkstoffen

1	2	3	4	5	6	7	8
Lfd. Nr.	Prüfung	Einheit	Prüfverfahren nach		Nennspannung der Leitung		
			HD	Teil	300/300 V	300/500 V	450/750 V
1	Messung des Leiterwiderstandes		21.2	2.1			
1.1	Zu erzielende Werte, max.				siehe HD 383 und Aufbaunormen		
2	Spannungsprüfung an der vollständigen Leitung		21.2	2.2			
2.1	Prüfbedingungen:						
	– Mindestlänge der Proben	m			20	20	20
	– Mindestdauer der Wasserlagerung	h			1	1	1
	– Temperatur	°C			20 ± 5	20 ± 5	20 ± 5
2.2	Anzulegende Prüfwechselfspannung	V			2 000	2 000	2 500
2.3	Dauer einer jeden Spannungsprüfung, mindestens	min			15	15	15
2.4	Zu erzielende Ergebnisse				kein Durchschlag		
3	Spannungsprüfung an Adern		21.2	2.3			
3.1	Prüfbedingungen:						
	– Mindestlänge der Proben	m			5	5	5
	– Mindestdauer der Wasserlagerung	h			1	1	1
	– Temperatur des Wasserbades	°C			20 ± 5	20 ± 5	20 ± 5
3.2	anzulegende Prüfwechselfspannung in Abhängigkeit von dem festgelegten Wert der Isolierwanddicke						
	– bis 0,6 mm	V			1 500	1 500	–
	– über 0,6 mm	V			2 000	2 000	2 500
3.3	Dauer einer jeden Spannungsprüfung, mindestens	min			5	5	5
3.4	Zu erzielendes Ergebnis				kein Durchschlag		
4.	Messung des Isolierwiderstandes		21.2	2.4			
4.1	Prüfbedingungen:						
	– Länge der Probe	m			5	5	5
	– Vorherige Spannungsprüfung nach Lfd. Nrn. 2 oder 3						
	– Mindestdauer der Lagerung in heißem Wasser	h			2	2	2
	– Temperatur des Wasserbades	°C			2)	2)	2)
4.2	Zu erzielendes Ergebnis				2)	2)	2)
5	Prüfung der Gleichspannungsbeständigkeit		21.2	2.5			
5.1	Prüfbedingungen:						
	– Länge der Probe	m			5	5	5
	– Prüfdauer	h			240	240	240
	– Temperatur des Wasserbades	°C			60 ± 5	60 ± 5	60 ± 5
	– anzulegende Gleichspannung	V			220	220	220
5.2	Zu erzielendes Ergebnis				kein Durchschlag und keine Beschädigung der Oberfläche		

Fußnoten am Ende der Tabelle.

1	2	3	4	5	6	7	8
Lfd. Nr.	Prüfung	Einheit	Prüfverfahren nach		Nennspannung der Leitung		
			HD	Teil	300/300 V	300/500 V	450/750 V
6	Prüfung auf Fehler in der Isolierhülle		21.2	2.6			
6.1	Durchlauf-Spannungsprüfung						
6.1.1	Prüfbedingungen:		21.2	2.6.1 und Anhang B	1)	1)	1)
6.1.2	Zu erzielende Ergebnisse				kein Durchschlag		
6.2	Spannungsprüfung						
6.2.1	Prüfbedingungen		21.2	2.6.2	1)	1)	1)
	– angelegte Wechselspannung	V			2 000	2 000	2 500
	– angelegte Gleichspannung	V			5 000	5 000	5 000
	– Dauer	min			5	5	5
6.2.2	Zu erzielende Ergebnisse				kein Durchschlag		
7	Wirksamkeit der Schirmung³⁾						
7.1	Kopplungswiderstand		21.2	2.7			
7.1.1	Prüfbedingungen						
	Länge der Probe	m			–	1	–
	Frequenz	MHz			–	30	–
7.1.2	Zu erzielendes Ergebnis, max.	mΩ/m			–	250	–
8	Oberflächenwiderstand des Mantels		21.2	2.8			
8.1	Prüfbedingungen						
	– Spannung	V			100 bis 500	100 bis 500	100 bis 500
	– Dauer	min			1	1	1
8.2	Zu erzielendes Ergebnis	Ω			> 10 ⁹	> 10 ⁹	> 10 ⁹

1) Vergleiche Prüfverfahren nach Spalten 4 und 5.
 2) Siehe Tabellen der Aufbaunormen.
 3) Nur anwendbar für Leitungen nach HD 21.13 Abschnitt 4.

5.6.3.4 Prüfung der Trennbarkeit der Adern

Siehe 3.4 von Teil 2.

Die benötigte Kraft muss zwischen 3 N und 30 N liegen.

5.6.3.5 Ausziehbarkeitsprüfung für Wendelleitungen

Siehe 3.5.1 und 3.5.2 von Teil 2.

Nach der Prüfung innerhalb von 30 s nach dem fünften Ausziehen muss sich die Probe bei ungealterten Proben (siehe 3.5.1 von Teil 2) zu einer Länge von $\leq 150\%$ der geschlossenen Originallänge zurückziehen bzw. auf $\leq 180\%$ der geschlossenen Originallänge bei gealterten Proben (siehe 3.5.2 von Teil 2).

5.6.3.6 Langzeit-Dehnungsprüfung für Wendelleitungen

Siehe 3.6 von Teil 2.

Während der Prüfung mit 30 000 Rückwärts- und Vorwärtsbewegungen, d. h. 60 000 Einzelhüben, darf weder eine Unterbrechung des Stromes noch ein Kurzschluss zwischen den Leitern auftreten.

Nach der Prüfung müssen die Proben die Spannungsprüfung nach 2.2 von Teil 2 bestehen.

5.6.4 Prüfung des Brennverhaltens

5.6.4.1 Prüfung an Wendelleitungen

Wendelleitungen nach Teil 10 müssen in Übereinstimmung mit 4.1 von Teil 2 geprüft werden. Nach Entfernung des Gasbrenners müssen die Flammen innerhalb von 30 s vollkommen erloschen sein.

5.6.4.2 Prüfung an allen anderen Leitungen

Mit Ausnahme der Wendelleitungen nach 5.6.4.1 müssen alle Leitungen den Prüfanforderungen von einer oder mehreren der Allgemeinen Prüfverfahren nach EN 50265, EN 50267 und EN 50268 entsprechen.

6 Hinweise für die Verwendung

Siehe HD 516.

ANMERKUNG HD 516 beinhaltet auch Strombelastbarkeitswerte für flexible Leitungen.

Anhang A (normativ)

Normative Verweisungen

HD 21 enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikation zu HD 21 nur, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

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 50267	Reihe	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
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
EN 50334		Kennzeichnung der Adern von Kabeln und Leitungen durch Bedrucken
EN 60811	Reihe	Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen – Allgemeine Prüfverfahren
HD 308		Kennzeichnung von Adern in Kabeln/Leitungen und flexiblen Leitungen
HD 361		System für Typkurzzeichen von isolierten Leitungen
HD 383		Leiter für Kabel und isolierte Leitungen (Übernahme von IEC 60228 und 60228 A, mod.)
HD 402		Standardfarben für die Isolierhüllen für Niederfrequenz-Kabel und -Leitungen (Übernahme von IEC 60304)
HD 516		Leitfaden für die Verwendung harmonisierter Niederspannungstarkstromleitungen

Anhang B (informativ)

Nationale Kennzeichnung

Das nationale Kennzeichen einer Approbationsstelle, die Unterzeichner des HAR-Verfahrens ist, zeigt ebenfalls an, dass der Hersteller eingeschätzt worden ist und dass seine Produktion an Leitungen nach diesem HD in Übereinstimmung mit den in 1.3 von Teil 1 erwähnten Verfahren kontrolliert wird.