

Leiter für FreileitungenLeiter aus konzentrisch verseilten runden Drähten
Deutsche Fassung EN 50182:2001**DIN**
EN 50182

ICS 29.060.10

Conductors for overhead lines – Round wire concentric lay
stranded conductors;

German version EN 50182:2001

Conducteurs pour lignes aériennes – Conducteurs à brins
circulaires, câblés en couches concentriques;

Version allemande EN 50182:2001

Ersatz für

DIN 48201-5:1981-04

DIN 48201-6:1981-04

DIN 48201-8:1981-04

DIN 48203-11:1987-12

DIN 48203-12:1987-12

DIN 48204:1984-04

DIN 48206:1984-04

Mit DIN EN 60889:1997-08

Ersatz für

DIN 48203-5:1984-03.

Mit DIN EN 50183:2000-12

Ersatz für

DIN 48203-6:1984-03.

Mit DIN EN 61232:1995-11

Ersatz für

DIN 48203-8:1984-03.

Siehe Beginn der Gültigkeit

Die Europäische Norm EN 50182:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.**Beginn der Gültigkeit**

Die EN 50182 wurde am 2000-11-01 angenommen.

Daneben dürfen DIN 48201-5:1981-04, DIN 48201-6:1981-04, DIN 48201-8:1981-04, DIN 48203-5:1984-03, DIN 48203-6:1984-03, DIN 48203-8:1984-03, DIN 48203-11:1987-12, DIN 48203-12:1987-12, DIN 48204:1984-04 und DIN 48206:1984-04 noch bis 2003-11-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 161 „Leiter für elektrische Freileitungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 50182:1994-12.

Fortsetzung Seite 2 bis 4
und 68 Seiten EN

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Änderungen

Gegenüber DIN 48201-5:1981-04, DIN 48201-6:1981-04, DIN 48201-8:1981-04, DIN 48203-11:1987-12, DIN 48203-12:1987-12, DIN 48204:1984-04, DIN 48206:1984-04, DIN 48203-5:1984-03, DIN 48203-6:1984-03 und DIN 48203-8:1984-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufgrund einer grundlegend neuen Gliederung werden die Ausführungen von Leiterseilen aus unterschiedlichen Draht- und Werkstoffkombinationen sowie die Anforderungen und Prüfungen aus den bisher getrennten Technischen Lieferbedingungen für die jeweiligen Seile in einer Norm zusammengefasst.
- b) Für die Seile gibt es ein neues Bezeichnungssystem. Rundungsregeln und eine Tabelle mit Verseilzuschlägen sind hinzugekommen.
- c) Die Tabellen mit Festwerten und Berechnungsfaktoren sind entfallen.
- d) Der Probenumfang und die Bedingungen für Annahme oder Zurückweisung wurden abgeändert.
- e) Neu sind die Angaben, die zwischen Käufer und Hersteller zu klären sind.
- f) Im Anhang zusätzlich neu:
 - besondere nationale Bedingungen;
 - das Berechnungsverfahren für die Nennfettmasse;
 - das Spannungs-Dehnungs-Prüfverfahren;
 - die Prüfung zum Nachweis der Verlegbarkeit;
 - umfangreiche Tabellen über die in den einzelnen Ländern häufig verwendeten Leiterseile.

Frühere Ausgaben

DIN 48201-5: 1981-04
 DIN 48201-6: 1981-04
 DIN 48201-8: 1981-04
 DIN 48203-11: 1987-12
 DIN 48203-12: 1987-12
 DIN 48204: 1984-04
 DIN 48206: 1984-04
 DIN 48203-5: 1984-03
 DIN 48203-6: 1984-03
 DIN 48203-8: 1984-03

Im Folgenden ist eine Übersicht gegeben zwischen den bisherigen Deutschen und den neuen Europäischen Normen bezüglich Werkstoffe, Drähte, Seile und Technischen Lieferbedingungen:

Werkstoff		Drähte	Technische Lieferbedingungen für Drähte	Seile	Technische Lieferbedingungen für Seile
Stahl	bisher	DIN 48200-3	DIN 48203-3	DIN 48201-3	DIN 48203-3
	neu	DIN EN 50189	DIN EN 50189	–	–
Aluminium	bisher	DIN 48200-5	DIN 48203-5	DIN 48201-5	DIN 48203-5
	neu	DIN EN 60889	DIN EN 60889	DIN EN 50182	DIN EN 50182
Aluminium-legierung	bisher	DIN 48200-6	DIN 48203-6	DIN 48201-6	DIN 48203-6
	neu	DIN EN 50183	DIN EN 50183	DIN EN 50182	DIN EN 50182
Aluminium-ummantelter Stahl	bisher	DIN 48200-8	DIN 48203-8	DIN 48201-8	DIN 48203-8
	neu	DIN EN 61232	DIN EN 61232	DIN EN 50182	DIN EN 50182
Aluminium/Stahl	bisher	–	–	DIN 48204	DIN 48203-11
	neu	–	–	DIN EN 50182	DIN EN 50182
Aluminium-legierung/Stahl	bisher	–	–	DIN 48206	DIN 48203-12
	neu	–	–	DIN EN 50182	DIN EN 50182

DIN EN 50182 ersetzt DIN 48201-5, DIN 48201-6 und DIN 48201-8, DIN 48203-11 und DIN 48203-12, DIN 48204 sowie DIN 48206. DIN EN 50182 ersetzt außerdem in DIN 48203-5, DIN 48203-6 und DIN 48203-8 den auf Seile entfallenden Teil.

Der die Drähte betreffende Teil in DIN 48203-3, DIN 48203-5, DIN 48203-6 und DIN 48203-8 wird durch die jeweiligen CLC-Drahtnormen ersetzt. Da bei CLC bisher keine Stahlseile explizit genormt sind, muss DIN 48201-3 und der entsprechende Teil für Seile in DIN 48203-3 – sofern Bedarf besteht – bestehen bleiben.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm oder andere Unterlage 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 oder anderen Unterlage.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm oder anderen Unterlage.

Der Zusammenhang der zitierten Normen und anderen Unterlagen mit den entsprechenden Deutschen Normen und anderen Unterlagen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm oder anderen Unterlage waren die angegebenen Ausgaben gültig.

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
EN 50183:2000	–	DIN EN 50183:2000-12	–
EN 50189:2000	–	DIN EN 50189:2000-09	–
EN 60889:1997	IEC 60889:1987	DIN EN 60889:1997-08	–
EN 61232:1995 + A11:2000	IEC 61232:1993, mod.	DIN EN 61232:2001-09	–
–	IEC 60050-466:1990	IEV-Kapitel 446:1995	–

Nationaler Anhang NB
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50183, *Leiter für Freileitungen – Drähte aus Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierung; Deutsche Fassung EN 50183:2000.*

DIN EN 50189, *Leiter für Freileitungen – Verzinkte Stahldrähte; Deutsche Fassung EN 50189:2000.*

DIN EN 60889, *Hartgezogene Aluminiumdrähte für Leiter von Freileitungen (IEC 60889:1987); Deutsche Fassung EN 60889:1997.*

DIN EN 61232, *Aluminium-ummantelte Stahldrähte für die Elektrotechnik (IEC 61232:1993, mod.); Deutsche Fassung EN 61232:1995 + A11:2000.*

IEV-Kapitel 466:1995, *Leiter für Freileitungen – Verzinkte Stahldrähte.*

Deutsche Fassung

Leiter für Freileitungen

Leiter aus konzentrisch verseilten runden Drähten

Conductors for overhead lines –
Round wire concentric lay stranded conductors

Conducteurs pour lignes aériennes –
Conducteurs à brins circulaires, câblés en couches
concentriques

Diese Europäische Norm wurde vom CENELEC am 2000-11-01 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik 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 Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CENELEC TC 7 „Leiter für elektrische Freileitungen“ ausgearbeitet.

Der Text des Entwurfs wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2000-11-01 als EN 50182 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2001-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2003-11-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A, B, C und E normativ und die Anhänge D und F informativ.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Definitionen	3
4 Bezeichnungssystem	4
5 Anforderungen an verseilte Leiter	4
6 Prüfungen	9
7 Verpackung und Markierung	13
8 Angaben, die zwischen Käufer und Hersteller zu klären sind	13
Anhang A (normativ) Besonderen nationale Bedingungen	14
Anhang B (normativ) Berechnung der Nenn-Fettmasse für verseilte Leiter	15
Anhang C (normativ) Spannungs-Dehnungs-Prüfverfahren	18
Anhang D (informativ) Schlaglängenverhältnisse, verwendet zum Berechnen der Verseilzuschläge in Tabelle 4	20
Anhang E (normativ) Prüfung zum Nachweis der Verlegbarkeit von Leitern unter Vorspannung	22
Anhang F (informativ) In einigen Mitgliedsländern häufig verwendete Leiter	24

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt die elektrischen und mechanischen Eigenschaften von blanken elektrischen Leitern aus in wechselnden Richtungen konzentrisch verseilten runden Drähten mit oder ohne Fett nach EN 50326, hergestellt aus einem Werkstoff oder einer Kombination aus Werkstoffen wie unten beschrieben:

- a) hartgezogenes Aluminium nach EN 60889, bezeichnet mit AL1;
- b) Aluminiumlegierung nach EN 50183, bezeichnet mit AL2 bis AL7;
- c) verzinkte Stahldrähte nach EN 50189, bezeichnet nach Festigkeits- und Verzinkungsklassen: ST1A, ST2B, ST3D, ST4A, ST5E und ST6C;
- d) aluminiumummantelte Stahldrähte nach EN 61232, bezeichnet nach Klassen: 20SA (Klassen A und B), 27SA, 30SA und 40SA.

Nur aus verzinkten Stahldrähten hergestellte Leiter sind nicht Bestandteil dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte und undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen für diese Europäische Norm nur, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 50183, *Leiter für Freileitungen – Drähte aus Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierung*.

EN 50189, *Leiter für Freileitungen – Verzinkte Stahldrähte*.

EN 50326¹⁾, *Leiter für Freileitungen – Eigenschaften des Fettes für blanke Leiter*.

EN 60889, *Hartgezogene Aluminiumdrähte für Leiter für Freileitungen (IEC 60889)*.

EN 61232, *Aluminium-ummantelte Stahldrähte für die Elektrotechnik (IEC 61232)*.

IEC 60050-466, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 466: Overhead Lines*.

3 Definitionen

In Ergänzung zu den Definitionen in IEC 60050-466 gelten folgende Definitionen:

3.1

Aluminium

wird im Sinne dieser Vorschrift als Oberbegriff verwendet für hartgezogenes Aluminium und Aluminiumlegierungen

3.2

Schlagrichtung

Die Richtung einer Lage wird als rechts- oder linksgeschlagen bezeichnet. Bei rechtsgeschlagenen Lagen verlaufen die Drähte in der Richtung des mittleren Teiles des Buchstabens „Z“, wenn der Leiter senkrecht gehalten wird. Bei linksgeschlagenen Lagen verlaufen die Drähte in Richtung des mittleren Teiles des Buchstabens „S“, wenn der Leiter senkrecht gehalten wird

3.3

Schlaglängenverhältnis

Verhältnis der Schlaglänge zum äußeren Durchmesser der entsprechenden Drahtlage des verseilten Leiters

3.4

Los

Gruppe von Leitern, die vom gleichen Hersteller unter ähnlichen Herstellungsbedingungen hergestellt wurden

ANMERKUNG 1 Ein Los kann die bestellte Menge ganz oder teilweise umfassen.

ANMERKUNG 2 Die Zusammensetzung eines Loses kann zwischen Käufer und Hersteller festgelegt werden.

¹⁾ In Vorbereitung

3.5

Sollwert

Zielwert einer messbaren Eigenschaft, durch die ein Leiter oder ein Teil eines Leiters beschrieben wird, und auf welchen die Grenzabmaße anzuwenden sind

3.6

Draht

Faden aus gezogenem Metall, der einen gleich bleibenden, kreisförmigen Querschnitt besitzt

3.7

Nenn-Zugfestigkeit

Wert für die Leiterbruchkraft, der aus den festgelegten Zugfestigkeiten der Einzeldrähte berechnet wird

4 Bezeichnungssystem

4.1 Ein Bezeichnungssystem, das zur Kennzeichnung verseilter, aus Aluminiumdrähten mit oder ohne Stahldrähte hergestellter Leiter verwendet wird.

4.2 Homogene Leiter aus Aluminiumdrähten werden mit ALx bezeichnet, wobei x die Ausführung des Aluminiums angibt. Leiter nur aus aluminiumummantelten Drähten werden mit yzSA bezeichnet, wobei y die Art des Stahls (Güte A oder B, nur bei Ausführung 20SA anwendbar) und z die Klasse der Aluminiumummantelung (20, 27, 30 oder 40) darstellt.

4.3 Zusammengesetzte Aluminium-Stahl-Leiter werden mit ALx/STyz bezeichnet, wobei ALx die äußeren Aluminiumdrähte (Mantel) und STyz die Stahlseele bezeichnet. Innerhalb der Stahldrahtbezeichnung gibt y die Festigkeitsklasse des Stahles (Festigkeitsklasse 1 bis 6) und z die Verzinkungsklasse (A bis E) wieder.

4.4 Aus Aluminiumdrähten und aluminiumummantelten Stahldrähten zusammengesetzte Leiter werden mit ALx/yzSA bezeichnet, wobei ALx die äußeren Aluminiumdrähte (Mantel) und yzSA die Stahlseele wie in 4.2 beschreibt.

4.5 Leiter werden wie folgt bezeichnet:

- (a) Kennzahl, welche den Nennquerschnitt des Aluminiums oder Stahls, gerundet auf eine ganze Zahl, angibt.
- (b) Bezeichnung, welche die Ausführung der Drähte beschreibt, aus welchem der Leiter besteht. Bei zusammengesetzten Leitern bezieht sich der erste Teil der Bezeichnung auf den Mantel und der zweite auf die Seele.

BEISPIELE

16-AL1:	Leiter aus Aluminium AL1 mit einem Querschnitt von 15,9 mm ² , gerundet auf 16 mm ² .
587-AL2:	Leiter aus Aluminium AL2 mit einem Querschnitt von 586,9 mm ² , gerundet auf 587 mm ² .
401-AL1/28-ST1A:	Leiter aus Aluminiumdrähten AL1, verseilt um eine Seele aus Stahldrähten ST1A der Verzinkungsklasse A. Der ganzzahlige Querschnitt der AL1-Drähte beträgt 401 mm ² , der der ST1A-Drähte 28 mm ² .
401-AL1/28-A20SA:	Leiter aus Aluminiumdrähten AL1, verseilt um eine Seele aus aluminiumummantelten Stahldrähten der Güte A, Klasse 20. Der ganzzahlige Querschnitt der AL1-Drähte beträgt 401 mm ² , der der A20SA-Drähte 28 mm ² .
65-A20SA:	Leiter aus aluminiumummantelten Stahldrähten der Güte A, Klasse 20 mit einem Querschnitt von 65 mm ² .

5 Anforderungen an verseilte Leiter

5.1 Werkstoff

Ein verseilter Leiter ist aus Drähten wie im Abschnitt 1 beschrieben herzustellen, gegebenenfalls mit Fett, wenn ein gefetteter Leiter gefordert ist.

5.2 Leiterabmessungen

Im Anhang F sind für einige Mitgliedsländer Listen der dort häufig verwendeten Leiterabmessungen zur Information enthalten. Leiter für bestehende oder festliegende Ausführungen von Freileitungen sowie Leiter mit

Maßen und Ausführungen, welche nicht in dieser Norm aufgeführt sind, sind entsprechend den Vereinbarungen zwischen dem Hersteller und dem Käufer auszuführen und zu liefern, wobei die einschlägigen Anforderungen dieser Norm anzuwenden sind.

5.3 Oberflächenzustand

Die Oberfläche muss frei von nicht in gängiger Praxis üblichen Unregelmäßigkeiten sein, die mit bloßem Auge (Brillen zur Korrektur von Sehschwächen sind zulässig) sichtbar sind, wie Kerben, Knicke, Einschnürungen usw.

5.4 Leiterdurchmesser

Der Leiterdurchmesser darf von dem vom Käufer vorgegebenen Nennwert nicht mehr abweichen als
 $\pm 1 \%$ für Durchmesser größer oder gleich 10 mm,
 $\pm 0,1$ mm für Durchmesser kleiner als 10 mm.

5.5 Verseilung

5.5.1 Alle Drähte eines Leiters sind konzentrisch zu verseilen.

5.5.2 Aufeinander folgende Drahtlagen sind mit gegenläufigen Schlagrichtungen zu verseilen. Die Richtung der Außenlage ist rechts, vorausgesetzt, es wird vom Käufer nicht anders vorgegeben.

5.5.3 Die Drähte jeder Lage sind gleichmäßig und fest um den darunter liegenden Draht oder die darunter liegenden Drähte zu verseilen.

5.5.4 Das Schlaglängenverhältnis der Lagen aus verzinkten oder aluminiumummantelten Stahldrähten ist nach Tabelle 1 zu wählen.

Tabelle 1 – Schlaglängenverhältnisse für verzinkte oder aluminiumummantelte Stahldrahtlagen

Anzahl der Drähte	Schlaglängenverhältnis							
	3-drähtige Lage		6-drähtige Lage		12-drähtige Lage		18-drähtige Lage	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
3	16	26	–	–	–	–	–	–
7	–	–	16	26	–	–	–	–
19	–	–	16	26	14	22	–	–
37	–	–	17	25	16	22	14	18

Bei Stahlseelenausführungen aus verzinkten oder aluminiumummantelten Stahldrähten mit mehr als 37 Drähten muss das Schlaglängenverhältnis der äußeren Lage zwischen 14 und 18, das der inneren Lagen zwischen 16 und 26 liegen.

5.5.5 Das Schlaglängenverhältnis der Aluminiumdrahtlagen aller Leiterausführungen ist nach Tabelle 2 zu wählen.

Tabelle 2 – Schlaglängenverhältnisse der Aluminiumdrahtlagen

Alle inneren Lagen		Äußere Lagen	
min.	max.	min.	max.
10	16	10	14

5.5.6 In einem mehrlagigen Leiter muss das Schlaglängenverhältnis einer Lage gleich dem oder kleiner als das Schlaglängenverhältnis der unmittelbar darunter liegenden Lage sein.

5.5.7 Alle Stahldrähte in der verseilten Seele müssen von selbst in ihrer vorgegebenen Position liegen. Wird die Seele geschnitten, so müssen die Drahtenden in dieser Lage verbleiben oder sie müssen von Hand wieder leicht in ihre ursprüngliche Lage gebracht werden können und müssen dann in etwa in ihrer Position bleiben. Diese Anforderung gilt auch für die Aluminiumdrähte eines Leiters.

5.5.8 Die Aluminium- und die Stahldrähte müssen vor dem Verseilvorgang ungefähr gleiche Temperatur haben.

5.5.9 Der Leiter muss ohne Beschädigungen entsprechend dem vom Käufer empfohlenen Montageverfahren verlegt werden können. Falls gefordert, ist dies entsprechend 6.4.9 nachzuweisen.

5.6 Schweißstellen

5.6.1 Bei Leitern mit nur einem Stahldraht sind Schweißstellen nach der Wärmebehandlung am fertigen Draht oder am Vorziehdraht nicht erlaubt. Generell sind Schweißstellen jeglicher Herstellungsart am fertig verzinkten oder aluminiumummantelten Stahlkerndraht oder an Drähten von Stahldrahtseelen während der Verseilung nicht erlaubt.

5.6.2 Nicht mehr als ein zum Verseilen fertiger Aluminiumdraht je Leiterlänge darf geschweißt werden, wie in den in Abschnitt 2 genannten Normen vorgegeben.

5.6.3 Während der Verseilung ist es nicht zulässig, Schweißungen an Aluminiumdrähten vorzunehmen, um die geforderte Leiterlänge zu erreichen.

5.6.4 Schweißungen sind an Aluminiumdrähten erlaubt, wenn diese unvorhergesehen während des Verseilens gebrochen sind, vorausgesetzt, dass die Drahtbrüche weder auf bereits beschädigte Drähte noch auf das Verwenden von Aluminiumdraht-Kurzlängen zurückzuführen sind. Die Schweißstellen müssen mit den Abmessungen des ursprünglichen Drahtes übereinstimmen, d. h. die Schweißstellen sind dem Durchmesser des ursprünglichen Drahtes anzupassen und dürfen keine Knicke aufweisen.

Die Anzahl der Schweißungen an Aluminiumdrähten darf die in Tabelle 3 angegebene Anzahl nicht überschreiten. Der Abstand zwischen Schweißstellen im selben Draht oder in irgendeinem anderen Aluminiumdraht des fertigen Leiters darf nicht kleiner sein als 15 m.

Die Schweißungen sind durch Elektrostumpfschweißen, Kaltpressschweißen oder nach anderen vom Käufer akzeptierten Verfahren durchzuführen. Schweißungen nach dem erstgenannten Verfahren sind auf beiden Seiten der Schweißstelle auf einer Länge von etwa 250 mm anzulassen.

5.6.5 Schweißstellen nach 5.6.4 müssen nicht die Anforderungen von ungeschweißten Drähten erfüllen, jedoch darf die Zugfestigkeit von angelassenen, elektrostumpfgeschweißten Stößen nicht kleiner sein als 75 N/mm² und die von kaltpressgeschweißten Stößen nicht kleiner als 130 N/mm².

Tabelle 3 – Anzahl der zulässigen Schweißungen in einer vorgegebenen Länge

Leiterlänge „L“ [m]				Anzahl der erlaubten Schweißstellen
Anzahl der Aluminiumdrahtlagen				
1	2	3	4	
L ≤ 1 500	–	–	–	2
1 500 < L ≤ 2 000	L ≤ 1 500	–	–	3
L > 2 000	1 500 < L ≤ 2 000	L ≤ 1 500	–	4
–	2 000 < L ≤ 2 500	1 500 < L ≤ 2 000	L ≤ 1 500	5
–	L > 2 500	2 000 < L ≤ 2 500	1 500 < L ≤ 2 000	6
–	–	2 500 < L ≤ 3 000	2 000 < L ≤ 2 500	7
–	–	3 000 < L ≤ 3 500	2 500 < L ≤ 3 000	8
–	–	L > 3 500	3 000 < L ≤ 3 500	9
–	–	–	3 500 < L ≤ 4 000	10
–	–	–	L > 4 000	11

5.7 Leitermasse je Längeneinheit

5.7.1 Die Leitermassen in den Tabellen des Anhangs F wurden für jede Leiterabmessung und jeden Leiteraufbau unter Berücksichtigung der Dichten für Aluminium-, aluminiumummantelte und verzinkte Stahldrähte, entsprechend den Angaben der im Abschnitt 2 aufgeführten Normen, berechnet. Die Massenangaben

berücksichtigen nicht die Fettmasse. Die Querschnitte der Aluminiumdrähte, der aluminiumummantelten und verzinkten Stahldrähte wurden mit deren Nenndurchmesser berechnet.

5.7.2 Mit Ausnahme des Herzdrahtes sind alle Drähte länger als der verseilte Leiter; die Zunahme der Masse hängt vom Schlaglängenverhältnis ab.

Die prozentualen Zunahmen der Massen auf Grund der Verseilung müssen denen in Tabelle 4 entsprechen. Diese wurden mit den üblicherweise verwendeten Schlaglängenverhältnissen für die entsprechenden Aluminium- und Stahldrähtlagen berechnet, die im Anhang D aufgelistet sind.

Wird ein übergroßer zentraler Draht (Herzdraht) verwendet, so ist die entsprechende Massenzunahme zu berücksichtigen.

5.7.3 Die Masse je Längeneinheit des Leiters ohne Fett darf vom Nennwert nicht mehr als $\pm 2\%$ abweichen.

Tabelle 4 – Verseilzuschläge

Verseilung des Leiters				Zunahme in %			
Aluminium		Stahl		Masse		Elektrischer Widerstand	
Anzahl der Drähte	Anzahl der Drahtlagen*)	Anzahl der Drähte	Anzahl der Drahtlagen*)	Aluminium	Verzinkter oder aluminiumummantelter Stahl	Aluminium	Aluminiumummantelter Stahl
7	1	–	–	1,11	–	1,11	–
19	2	–	–	1,68	–	1,68	–
37	3	–	–	2,03	–	2,03	–
61	4	–	–	2,36	–	2,36	–
91	5	–	–	2,78	–	2,78	–
127	6	–	–	2,75	–	2,75	–
6	1	1	–	1,39	–	1,39	–
8	1	1	–	1,66	–	1,66	–
18	2	1	–	1,82	–	1,82	–
9	1	3	1	1,91	0,34	1,91	0,34
6	1	7	1	1,51	0,52	1,51	0,52
10	1	7	1	2,01	0,52	2,01	0,52
12	1	7	1	2,17	0,52	2,17	0,52
14	1	7	1	2,30	0,52	2,30	0,52
18	2	7	1	1,94	0,52	1,94	0,52
22	2	7	1	2,07	0,52	2,07	0,52
24	2	7	1	2,13	0,52	2,13	0,52
26	2	7	1	2,18	0,52	2,18	0,52
28	2	7	1	2,22	0,52	2,22	0,52
30	2	7	1	2,26	0,52	2,26	0,52
32	2	7	1	2,30	0,52	2,30	0,52
36	2	7	1	2,37	0,52	2,37	0,52

Tabelle 4 (fortgesetzt)

Verseilung des Leiters				Zunahme in %			
Aluminium		Stahl		Masse		Elektrischer Widerstand	
Anzahl der Drähte	Anzahl der Drahtlagen *)	Anzahl der Drähte	Anzahl der Drahtlagen*)	Aluminium	Verzinkter oder aluminium-ummantelter Stahl	Aluminium	Aluminium-ummantelter Stahl
42	3	7	1	2,20	0,52	2,20	0,52
45	3	7	1	2,23	0,52	2,23	0,52
48	3	7	1	2,26	0,52	2,26	0,52
54	3	7	1	2,31	0,52	2,31	0,52
72	4	7	1	2,40	0,52	2,40	0,52
84	4	7	1	2,46	0,52	2,46	0,52
14	1	19	2	2,50	0,82	2,50	0,82
15	1	19	2	2,56	0,82	2,56	0,82
16	1	19	2	2,61	0,82	2,61	0,82
18	1	19	2	2,70	0,82	2,70	0,82
30	2	19	2	2,36	0,86	2,36	0,86
32	2	19	2	2,41	0,86	2,41	0,86
36	2	19	2	2,48	0,86	2,48	0,86
42	2	19	2	2,57	0,86	2,57	0,86
54	3	19	2	2,26	0,79	2,26	0,79
38 + 22	3	19	2	2,22	0,79	2,22	0,79
42 + 20	3	19	2	2,18	0,79	2,18	0,79
66	3	19	2	2,34	0,79	2,34	0,79
78	3	19	2	2,40	0,79	2,40	0,79
96	4	19	2	2,46	0,79	2,46	0,79
100	4	19	2	2,47	0,79	2,47	0,79
18	1	37	3	2,70	1,09	2,70	1,09
24	1	37	3	2,91	1,09	2,91	1,09
72	3	37	3	2,43	0,96	2,43	0,96
54 + 66	4	37	3	2,32	0,86	2,32	0,86
150	5	37	3	2,38	0,86	2,38	0,86

*) Anzahl der Lagen je Drahtart ohne Herzdraht

5.8 Fett

5.8.1 Wenn Leiterfettung gefordert wird, muss das Fett den Anforderungen von EN 50326 entsprechen und muss vor dem Verseilkopf der Verseilmaschine aufgebracht werden.

5.8.2 Fette mit unterschiedlicher Bezeichnung oder von unterschiedlichen Herstellern dürfen innerhalb einer Seillänge nicht gemischt werden.

5.8.3 Das Fettgewicht darf nicht mehr als $\pm 20\%$ vom nach Anhang B berechneten Wert abweichen.

5.9 Nenn-Zugfestigkeit des Leiters

5.9.1 Die Nenn-Zugfestigkeit eines Leiters aus Aluminium oder aluminiumummantelten Stahldrähten ist aus der Summe der Mindestzugfestigkeiten aller Drähte nach 5.9.3 zu ermitteln.

5.9.2 Die Nenn-Zugfestigkeit eines zusammengesetzten ALx/STyz- oder ALx/yzSA-Leiters ergibt sich aus der Summe der Zugfestigkeit des Aluminiumanteils und der Mindest-Zugfestigkeit des Stahlanteils (verzinkt oder aluminiumummantelt) bei einer Dehnung, die gleich der Dehnung des Aluminiums bei Bruchlast ist. Im Hinblick auf Festlegung und praktische Anwendbarkeit ist die Festigkeit entsprechend einer Stahlzugspannung zu verwenden, die an einem Stahldraht vor dem Verseilen bei einer Messlänge von 250 mm eine Dehnung von 1 % erzeugt.

5.9.3 Die Mindestzugfestigkeit eines Drahtes ist das Produkt aus dessen Nenn-Querschnitt und der entsprechenden Mindest-Zugspannung, die in den im Abschnitt 2 zitierten Normen genannt ist.

5.10 Nenn-Gleichstromwiderstand

Der Nenn-Gleichstromwiderstand eines Leiters bei 20 °C, ausgedrückt auf drei Stellen in Ω/km , ergibt sich aus dem rechnerischen spezifischen Widerstand und dem Nenn-Durchmesser der Aluminiumdrähte und aluminiumummantelten Drähte, auf die im Abschnitt 2 verwiesen wird, erhöht um den Verseilzuschlag nach Tabelle 4 dieser Norm. Für ALx/yzSA- und yzSA-Leiter nennen die Tabellen im Anhang F zwei Widerstandswerte; bei der Berechnung des einen Wertes wurden sowohl der Aluminium- als auch der Stahlanteil der aluminiumummantelten Drähte berücksichtigt, während der andere Wert nur aus dem Aluminiumanteil berechnet wurde.

6 Prüfungen

6.1 Einteilung der Prüfungen

Typprüfungen sind dazu gedacht, die Haupteigenschaften eines Leiters zu prüfen, welche hauptsächlich von seinem Aufbau und seiner Ausführung abhängen. Diese Prüfungen werden üblicherweise nur einmal für eine vorgegebene Leiterausführung durchgeführt.

Stichprobenprüfungen sind dazu gedacht, die Qualität des Leiters und die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm sicherzustellen.

Sowohl die Typ- als auch die Stichprobenprüfungen sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5 – Typ- und Stichprobenprüfungen für Leiter

		Typ- prüfung	Stich- proben- prüfung	Abschnitt
Leiter	– Oberflächenbeschaffenheit	x	x	6.4.1
	– Durchmesser	x	x	6.4.2
	– Formbeständigkeit	x	x	6.4.3
	– Schlaglängenverhältnis und -richtung	x	x	6.4.4
	– Anzahl und Ausführung der Drähte	x	x	6.4.5
	– Masse je Längeneinheit	x	x	6.4.6
	– Spannungs-Dehnungs-Diagramm	(1)	–	6.4.7
	– Zugbruchkraft	(1)	–	6.4.8
	– Verlegeprüfung	(1)	–	6.4.9
Aluminiumdrähte	– Durchmesser	x	x	6.5.2
	– Zugfestigkeit	x	x	6.5.2
	– Dehnung (2)	x	x	6.5.2
	– elektrischer Widerstand	x	x	6.5.2
	– Wickelprüfung	x	x	6.5.2
	– Schweißungen	x	–	6.5.3

Tabelle 5 (fortgesetzt)

		Typ- prüfung	Stich- proben- prüfung	Abschnitt
Verzinkte Stahldrähte	– Durchmesser	x	x	6.5.2
	– Zugfestigkeit	x	x	6.5.2
	– Zugspannung bei 1 % Dehnung	x	x	6.5.2
	– Dehnungs- oder Verwindeprüfung	x	x	6.5.2
	– Wickelprüfung	x	x	6.5.2
	– Zinkmasse	x	x	6.5.2
	– Zink-Tauchprüfung	x	x	6.5.2
	– Haftfestigkeit des Zinküberzugs	x	x	6.5.2
Aluminium- ummantelte Stahldrähte	– Durchmesser	x	x	6.5.2
	– Zugfestigkeit	x	x	6.5.2
	– Zugspannung bei 1 % Dehnung	x	x	6.5.2
	– Dehnung	x	x	6.5.2
	– Verwindeprüfung	x	x	6.5.2
	– Dicke und Gleichförmigkeit der Schichtdicke	x	x	6.5.2
	– elektrischer Widerstand	x	x	6.5.2
Fett	– Masse je Längeneinheit	x	x	6.6.1
	– Tropfpunkt	x	x	6.6.2
(1) Nach Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller				
(2) Für AL1 ist die Dehnungsprüfung nicht gefordert.				

6.2 Umfang der Stichprobe

Wenn zum Zeitpunkt der Bestellung zwischen Hersteller und Käufer vereinbart, sind die Prüfungen an mindestens 10 % der zur Abnahme vorgesehenen Spulen durchzuführen; in diesem Fall sind alle Drähte zu prüfen. Wenn der Hersteller nachweisen kann, dass die Anforderungen eingehalten oder übererfüllt werden, so kann nach Absprache zwischen dem Käufer und dem Hersteller die Anzahl der Prüflinge so weit verringert werden, dass noch eine angemessene Überwachung jedes Leiterfertigungsloses sichergestellt ist.

Die Spulen sind nach dem Zufallsprinzip auszuwählen; die Prüflinge sind vom äußeren Ende der Spule zu entnehmen.

Die Länge des Prüflings ist so ausreichend lang zu wählen, dass alle durchzuführenden Prüfungen an derselben Drahtprobe durchgeführt werden können.

Um das Fett zu prüfen, ist ein Prüfling von einer Spule eines jeden Prüfloses zu entnehmen.

6.3 Rundungsregeln

Die folgenden Rundungsregeln sind zum Nachweis der Übereinstimmung mit dieser Norm anzuwenden.

6.3.1 Wenn die Ziffer, die unmittelbar hinter der letzten beizubehaltenden Ziffer steht, kleiner als fünf ist, so bleibt die letzte beizubehaltende Ziffer unverändert.

6.3.2 Wenn die Ziffer, die unmittelbar hinter der letzten beizubehaltenden Ziffer steht, größer als oder gleich fünf ist und von mindestens einer von Null verschiedenen Ziffer gefolgt wird, ist die letzte beizubehaltende Ziffer um eins zu erhöhen.

6.3.3 Wenn die Ziffer, die unmittelbar hinter der letzten beizubehaltenden Ziffer steht, gleich fünf ist und nur von Nullen gefolgt wird, so bleibt die letzte beizubehaltende Ziffer unverändert, wenn sie gerade ist, und wird um eins erhöht, wenn sie ungerade ist.

6.4 Eigenschaften des Leiters

6.4.1 Oberflächenanforderungen

Die Oberfläche des Leiters muss den Anforderungen von 5.3 entsprechen.

6.4.2 Leiterdurchmesser

Der Leiterdurchmesser ist zu messen

- a) in der Mitte zwischen dem Verseilkopf und der Abzugscheibe der Verseilmaschine oder
- b) in der Mitte eines mindestens 3 m langen Leiterstücks, welches mehr als 5 m vom Leiterende entfernt ist und welches mit einer Zugkraft von mindestens 2 % der Leiter-Nenn-Zugfestigkeit gespannt ist.

Der Durchmesser ist aus dem Mittelwert gerundet auf zwei Dezimalstellen eines Millimeters aus zwei Werten zu errechnen, welche im rechten Winkel zueinander an der gleichen Messstelle abgelesen wurden.

Der ermittelte Wert muss mit der Anforderung in 5.4 übereinstimmen.

6.4.3 Formbeständigkeit

Die Anforderung in 5.5.7 ist zu erfüllen.

6.4.4 Schlaglängenverhältnis und -richtung

Das Schlaglängenverhältnis einer Lage des Leiters ergibt sich, wenn man die gemessene Schlaglänge durch den Durchmesser der Lage teilt.

Die erhaltenen Werte müssen mit den Anforderungen in 5.5 übereinstimmen. Zusätzlich ist die Richtung jeder Lage zu ermitteln; sie muss ebenfalls den Anforderungen in 5.5 entsprechen.

6.4.5 Anzahl und Ausführung der Drähte

Die Anzahl und die Ausführung der Drähte muss nachweislich mit der im Auftrag festgelegten Leiterbezeichnung übereinstimmen.

6.4.6 Masse je Längeneinheit

Die Masse je 1 m Leiterlänge ist mit einem Gerät zu bestimmen, das eine Genauigkeit von $\pm 0,1$ % besitzt. Der ermittelte Wert muss mit der Anforderung von 5.7.3 übereinstimmen.

6.4.7 Spannungs-Dehnungs-Diagrammen

6.4.7.1 Ist zwischen dem Hersteller und dem Käufer zum Zeitpunkt der Auftragsvergabe die Erstellung von Spannungs-Dehnungs-Diagrammen vereinbart worden, so ist das im Anhang C beschriebene Verfahren anzuwenden.

6.4.7.2 Spannungs-Dehnungs-Diagramme sind als Typprüfung zu erstellen, wenn sie vom Käufer gefordert werden; sie müssen in bestmöglicher Weise Auskunft über das Verhalten des Leiters unter Last geben.

6.4.8 Zugbruchkraft

6.4.8.1 Die Länge des Prüflings zwischen den Abspannpunkten muss mindestens 400-mal dem Leiterdurchmesser, aber nicht weniger als 10 m betragen. Kürzere Prüflängen sind zwischen dem Hersteller und dem Käufer zu vereinbaren.

6.4.8.2 Die Bruchkraft des Leiters ist durch Zugbelastung mit Hilfe einer entsprechenden Zugprüfmaschine zu ermitteln, welche eine Genauigkeit von mindestens ± 1 % aufweist. Die Steigerungsrate der Belastung ist wie in C.6.8 des Anhangs C beschrieben zu wählen.

6.4.8.3 Auf Wunsch des Käufers darf während der Prüfung eine Zwischenbelastung für eine bestimmte Zeit gehalten werden, um Abspannarmaturen zusammen mit dem Leiter zu prüfen.

6.4.8.4 Die Bruchkraft des Leiters wird durch die erreichte Kraft bestimmt, bei der ein oder mehrere Drähte des Leiters reißen. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn 95 % der Nenn-Zugkraft erreicht wird, ohne dass einer der Drähte reißt. Falls der Bruch innerhalb 5 cm vor den Abspannklemmen auftritt, bevor 95 % der Nenn-Zugkraft erreicht sind, so ist anzunehmen, dass der Bruch durch die Abspannklemmen verursacht wurde; die Prüfung ist daher zu wiederholen. In diesem Fall müssen die Abspannarmaturen ausgetauscht werden. Reißt ein einzelner Draht weiter als 5 cm vor den Abspannklemmen, bevor 95 % der Nenn-Zugkraft erreicht wurden, so sind zwei Wiederholungsprüfungen an Proben durchzuführen, welche vom Originalprüfling anschließend an die erste Probe zu entnehmen sind. Die beiden Wiederholungsprüflinge müssen ohne Bruch auch nur eines Drahtes eine Bruchkraft von 95 % der Nenn-Zugkraft erreichen.

6.4.9 Verlegeprüfung

Wenn der Käufer den Nachweis der Verlegbarkeit des Leiters nach dem empfohlenen Verlegeverfahren des Käufers fordert, so ist dies mit Hilfe einer Verlegeprüfung möglich, für die ein Beispiel im Anhang E beschrieben ist. Andere Prüfungen oder der Nachweis zufrieden stellender Betriebserfahrung dürfen auch vereinbart werden.

6.5 Eigenschaften der Drähte nach dem Verseilen

6.5.1 Eine Drahtprobe ist von der Leiterstichprobe zu nehmen. Der Draht ist aus seiner Lage zu lösen und gerade zu richten; dabei ist darauf zu achten, dass dieser nicht gedehnt wird.

6.5.2 Die Eigenschaften der Einzeldrähte nach dem Verseilen einschließlich der Prüfungen an den beschichteten Stahldrähten müssen den Anforderungen der Drähte der im Abschnitt 2 aufgelisteten Normen entsprechen, mit folgenden Ausnahmen:

- a) Die zulässigen Minderungen der Drahteigenschaften sind in Tabelle 6 angegeben. Die Minderung der Zugfestigkeit nach dem Verseilen für ST6C-Drähte nach Tabelle 6 gilt für den Mittelwert eines Loses, welcher als Mittelwert aus allen Drähten eines gegebenen Werkstoffes in einem Leiter zu verstehen ist.
- b) Für Drähte, für die ein Mittelwert eines Loses vorgegeben ist (AL4 und ST6C), können sowohl 5 % der Einzeldrahtwerte unterhalb des Mindestwertes der Zugfestigkeit eines Einzeldrahtes vor dem Verseilen als auch 5 % der Einzeldrahtwerte über dem Höchstwert des elektrischen Widerstandes eines Einzeldrahtes liegen.

Tabelle 6 – Zulässige Abminderungen der Drahteigenschaften nach dem Verseilen

Werkstoff	Abminderung nach dem Verseilen
Aluminium (AL1)	Zugfestigkeit: 5 %
Verzinkter Stahldraht (ST1A bis ST6C) und aluminiumummantelter Stahldraht (20SA bis 40SA)	Spannung bei 1 % Dehnung (1): 5 % Zugfestigkeit: 5 % Verwindungen: 2 Verwindungen weniger Dehnung (2): 0,5 Prozentpunkte Dicke der Al-Auflage (SA-Draht): 25 % der Mindestauflage
Aluminium-Legierung (AL2 bis AL7)	keine
(1) Messungen der Zugspannung bei 1 % Dehnung an anderen Stahldrähten als am Herzdraht sind nicht zuverlässig. Sind diese Messungen an anderen Drähten als dem Herzdraht gefordert, so ist der Mindestwert zwischen Käufer und Hersteller zu vereinbaren.	
(2) Beispiel: Ein Mindestwert der Dehnung von 3 % vor dem Verseilen wird auf 2,5 % nach dem Verseilen abgemindert.	

6.5.3 Schweißen von Aluminiumdrähten

Der Hersteller muss, wenn vom Käufer gefordert, nachweisen, dass das von ihm zum Schweißen von Aluminiumdrähten verwendete Verfahren den Festigkeitsanforderungen von 5.6.5 entspricht, wenn die Zugprüfungen durchgeführt werden, die in den im Abschnitt 2 genannten Normen gefordert sind.

6.6 Eigenschaften des Fettes

6.6.1 Masse je Längeneinheit

Unter Anwendung einer Vorrichtung, die eine Genauigkeit von $\pm 0,1$ % gewährleistet, ist die Fettmasse eines 1 m langen Leiters zu ermitteln aus der Differenz der Masse des Leiters mit Fett und seiner Masse, nachdem das Fett mit Hilfe einer geeigneten Lösung entfernt wurde. Die Fettmasse muss den Anforderungen von 5.8.3 entsprechen.

6.6.2 Tropfpunkt

Eine vom Leiter entnommene Fettprobe muss den Tropfpunktanforderungen von EN 50326 ohne Vorbehandlung entsprechen, wobei eine Minderung um 5 °C aufgrund des Stichprobenverfahrens erlaubt ist.

6.7 Abnahme

6.7.1 Alle Prüfungen und Abnahmen sind, falls nicht anders zwischen Hersteller und Käufer zum Zeitpunkt der Auftragsvergabe vereinbart, im Herstellerwerk vor der Auslieferung durchzuführen. Sie sind so durchzuführen, dass sie den Betrieb des Herstellers nicht unnötig behindern. Der Hersteller hat dem den Käufer vertretenden Abnehmer ausreichende Prüfvorrichtungen zur Verfügung zu stellen, sodass sich dieser von der Übereinstimmung des gelieferten Produkts mit den Anforderungen dieser Norm überzeugen kann.

6.7.2 Wenn eine Abnahme durch den Käufer vor der Auslieferung durchgeführt wird, so sind die Prüfungen innerhalb von 14 Tagen nach Eintreffen der Nachricht beim Käufer, dass das Produkt fertig zur Prüfung ist, durchzuführen und das Produkt ist im Herstellerwerk entweder anzunehmen oder zurückzuweisen. Wenn der Käufer nicht vor Ablauf der genannten 14 Tage einen Vertreter zu Prüfungen ins Herstellerwerk sendet, hat der Hersteller die vorgesehenen Prüfungen durchzuführen und auf Anforderung offizielle Ausfertigungen der Protokolle mit den Prüfergebnissen dem Käufer vorzulegen. Der Käufer hat entsprechend den Prüfergebnissen das Produkt anzunehmen oder zurückzuweisen. Wahlweise darf der Hersteller entsprechende Ergebnisse von Prüfungen vorlegen, die bereits während der Fertigung durchgeführt wurden.

6.8 Annahme oder Zurückweisung

6.8.1 Das Nichtentsprechen einer Probe bezüglich einer der Anforderungen dieser Norm rechtfertigt das Zurückweisen des Loses, welches die Stichprobe repräsentiert.

6.8.2 Wird ein Los auf diese Weise zurückgewiesen, so hat der Hersteller nur einmal das Recht, alle einzelnen Leiterspulen dieses Loses zu prüfen und die Spulen, die den Annahmebedingungen entsprechen, zur Annahme vorzustellen. Es müssen nur die Prüfungen durchgeführt werden, deren Ergebnisse am Originalprüfling nicht den Anforderungen entsprachen.

7 Verpackung und Markierung

7.1 Verpackung

Der Leiter ist auf geeignete Weise vor Schäden zu schützen, die bei gängiger Handhabung und gängigem Versand auftreten können.

Das Folgende ist zum Zeitpunkt der Auftragsvergabe oder frühestmöglich zwischen Hersteller und Käufer abzustimmen:

- a) die Ausführung und Größe der Verpackung und die Verpackungsmethode;
- b) Größe der Verpackung und Anforderungen an die Spulenaufnahme und, wenn das Leiterverlegeverfahren besondere Vorkehrungen notwendig macht, auch die Möglichkeit der Erdung des inneren Leiterendes.

7.2 Kennzeichnung und Tara

Das Brutto-, das Netto- und das Taragewicht, die Länge (oder Länge und Anzahl der Leiter, wenn die Lieferung von mehr als einer Länge auf einer Spule vereinbart war), die Bezeichnung und jedwede andere notwendige Kennzeichnungen sind in passender Weise innerhalb der Verpackung anzubringen. Die gleichen Informationen, zusammen mit der Käuferbestellnummer, der Herstellerseriennummer (falls vorhanden) sowie allen Versandkennzeichen und weiteren Informationen sind auf der Außenseite der Verpackung anzubringen.

7.3 Kurzlängen

Kurzlängen, die unvermeidlich während der Fertigung entstehen, dürfen 5 % der bestellten Menge nicht überschreiten, wobei kein Stück kürzer als 50 % der vereinbarten Länge sein darf.

7.4 Genauigkeit der Längen

Der Hersteller hat Vorrichtungen zu verwenden, die ein Messen der Länge mit einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ ermöglichen.

7.5 Spulenkerndurchmesser

Der Durchmesser des Spulenkernes ist groß genug zu wählen, um Probleme während der späteren Verwendung des Leiters zu verhindern. Entsprechend der Erfahrung einiger Länder sollte dieser Wert gleich 30-mal dem Leiterdurchmesser oder 60-mal dem Stahlseelendurchmesser sein, je nachdem welcher Wert größer ist.

8 Angaben, die zwischen Käufer und Hersteller zu klären sind

Für eine Anfrage oder bei der Vergabe eines Auftrags sind folgende Angaben zwischen Käufer und Hersteller zu klären:

- a) Anzahl der Leiter;
- b) Bezeichnung des Leiters und Anzahl der einzelnen Drähte;
- c) Länge des Leiters je Spule, Grenzabmaß und, falls erforderlich, Passlängen;

- d) Schlagrichtung; liegt hierüber keine Angabe vor, so wird die äußere Lage rechtsgeschlagen;
- e) gegebenenfalls Anforderungen an das Fett (Bezeichnung entsprechend EN 50326 und Nenn-Masse nach Anhang B);
- f) Art und Größe der Verpackung und Verpackungsverfahren;
- g) gegebenenfalls besondere Verpackungsanforderungen;
- h) gegebenenfalls Verschalungsanforderungen;
- i) ob Prüfungen an Drähten nach dem Verseilen gefordert sind;
- j) Nenndurchmesser des Leiters und Verfahren zum Messen des Leiterdurchmessers;
- k) ob Leiterbruchlastversuche gefordert sind;
- l) ob Leiter-Spannungs-Dehnungs-Prüfungen gefordert sind;
- m) empfohlenes oder vorgeschriebenes Leiterverlegeverfahren oder Anforderungen des Käufers bezüglich der Prüfungen, welche die Eignung der Verlegbarkeit nachweisen;
- n) ob Abnahmen gefordert sind und Ort der Abnahme;
- o) besondere Anforderungen, z. B. irgendwelche besondere nationale Bedingungen (siehe Anhang A), die angewendet werden können.

ANMERKUNG Diese Liste dient nur zur Orientierung und muss nicht vollständig sein.

Anhang A (normativ)

Besondere nationale Bedingungen

Besondere nationale Bedingung: Nationale Eigenschaft oder Praxis, die nicht – selbst nach einem längeren Zeitraum – geändert werden kann, z. B. klimatische Bedingungen, elektrische Erdungsbedingungen. Wenn sie die Harmonisierung beeinflusst, ist sie Teil der Europäischen Norm oder des Harmonisierungsdokuments.

Für Länder, für die die betreffenden besonderen nationalen Bedingungen gelten, sind diese normativ; für die anderen Länder hat diese Angabe informativen Charakter.

Abschnitt Besondere nationale Bedingung

1 Norwegen, Schweden

Leiter, die nicht unter den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm fallen, dürfen verwendet werden. Diese Leiter sind in den schwedischen Normen SS 4240811, SS 4240812, SS 4240813 und SS 4240814 beschrieben.

5.5.7 Norwegen, Schweden

Diese Anforderung ist nicht anzuwenden.

5.6.2 und Frankreich

5.6.4 In der Außenlage von AL4-Leitern sind Schweißungen nicht erlaubt.

5.6.4 Frankreich

Schweißungen nach dem Kaltpressverfahren sollten angelassen werden. Die Zugfestigkeit von Schweißstellen an Aluminium AL4 darf nicht kleiner als 130 N/mm² und größer als 205 N/mm² sein.

Anhang B (normativ)

Berechnung der Nenn-Fettmasse für verseilte Leiter

B.1 Wenn es erforderlich ist, blanke Leiter zu fetten, um die Gefahr von Korrosion unter gegebenen Umweltbedingungen zu mindern, so ist die Fettmasse nach dem in diesem Anhang beschriebenen Verfahren zu berechnen.

B.2 Die vier Ausführungen von Fettanwendungen sind:

Ausführung 1: nur Stahlseele gefettet (Bild B.1(a))

Ausführung 2: der gesamte Leiter mit Ausnahme der äußeren Lage ist gefettet (Bild B.1(b))

Ausführung 3: der gesamte Leiter einschließlich der äußeren Lage ist gefettet (Bild B.1(c))

Ausführung 4: der gesamte Leiter mit Ausnahme der äußeren Oberfläche der Drähte in der äußeren Lage ist gefettet (Bild B.1(d))

Andere Ausführungen dürfen vom Käufer vorgegeben werden.

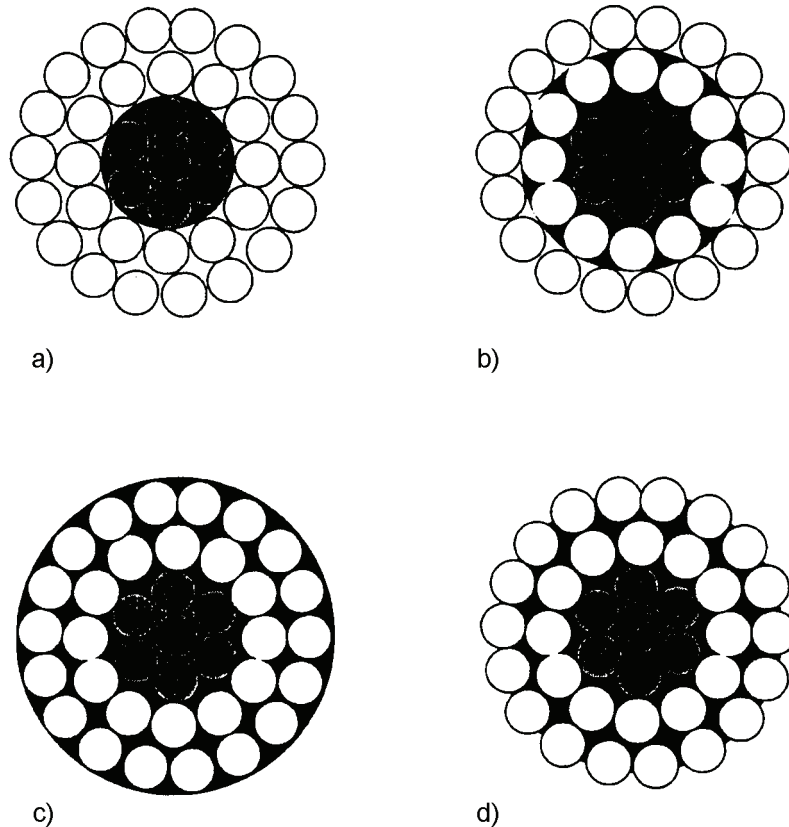


Bild B.1 – Anwendung von Fett bei blanken Leitern

B.3 Wird angenommen, dass das Fett vollständig die Hohlräume zwischen den Drähten füllt, so ist das Fettvolumen für einen gegebenen Leiter nach folgenden Gleichungen zu berechnen:

Ausführung 1: $V_g = 0,25 \pi (D_s^2 - n_s d_s^2)$

Ausführung 2: $V_g = 0,25 \pi \{ (D_o - 2d_a)^2 - (n_a - n_o) d_a^2 - n_s d_s^2 \}$

Ausführung 3: $V_g = 0,25 \pi (D_o^2 - n_a d_a^2 - n_s d_s^2)$

Ausführung 4: $V_g = 0,125 n_o (D_o - d_a)^2 \sin\left(\frac{360}{n_o}\right) - 0,125 \pi (2n_a - n_o - 2) d_a^2 - 0,25 \pi n_s d_s^2$

Dabei ist:

- V_g Fettvolumen im Leiter je Längeneinheit;
 D_o Außendurchmesser des Leiters;
 D_s Durchmesser der Stahlseele;
 d_a Durchmesser der Aluminiumdrähte der äußeren Lage;
 d_s Durchmesser der Stahldrähte;
 n_a Anzahl der Aluminiumdrähte;
 n_o Anzahl der Drähte der Außenlage;
 n_s Anzahl der Stahldrähte im Leiter.

Da ein geometrischer Zusammenhang zwischen den Parametern dieser Gleichungen besteht, ist es möglich, das gesamte Fettgewicht eines Leiters mit folgender Beziehung auszudrücken:

$$M_g = k d_a^2$$

Dabei ist:

- M_g Fettmasse in kg/km;
 k Faktor, der von der Leiterverseilung, der Fettdichte und dem Füllfaktor (Verhältnis des theoretischen Volumens) abhängig ist.

Werte für k sind in Tabelle B.1 für die vier Ausführungen der Fettung für eine Fettdichte von 0,87 g/cm³ und einem Füllfaktor von 0,8 aufgelistet.

Tabelle B.1 – Faktor k für die Fettmasse

Verseilung		k_1	k_2	k_3	k_4
Aluminium	Stahl	Ausführung 1	Ausführung 2	Ausführung 3	Ausführung 4
7	–	–	–	1,09	0,17
19	–	–	1,09	3,28	1,79
37	–	–	3,28	6,56	4,52
61	–	–	6,56	10,93	8,35
91	–	–	10,93	16,4	13,27
127	–	–	16,40	22,96	19,28
6	1	–	–	1,09	0,17
8	1	–	–	1,46	0,34
18	1	–	1,09	3,28	1,79
9	3	0,90	–	2,88	1,46
6	7	0,12	–	1,21	0,29
10	7	0,66	–	2,48	1,18
12	7	1,09	–	3,28	1,79
14	7	1,63	–	4,18	2,51
18	7	0,12	1,21	3,40	1,91
22	7	0,34	1,80	4,35	2,67
24	7	0,49	2,13	4,86	3,10

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

Verseilung		k_1	k_2	k_3	k_4
Aluminium	Stahl	Ausführung 1	Ausführung 2	Ausführung 3	Ausführung 4
26	7	0,66	2,48	5,40	3,54
28	7	0,86	2,87	5,97	4,02
30	7	1,09	3,28	6,56	4,52
32	7	1,35	3,72	7,18	5,05
36	7	1,94	4,68	8,50	6,19
42	7	0,34	4,35	7,99	5,77
45	7	0,49	4,86	8,69	6,37
48	7	0,66	5,40	9,41	7,01
54	7	1,09	6,56	10,93	8,35
72	7	0,49	8,69	13,61	10,75
84	7	1,09	10,93	16,40	13,27
14	19	1,76	—	4,31	2,64
15	19	2,10	—	4,83	3,07
16	19	2,46	—	5,38	3,52
18	19	3,28	—	6,56	4,52
30	19	1,18	3,37	6,65	4,61
32	19	1,46	3,83	7,29	5,16
36	19	2,10	4,83	8,66	6,35
42	19	3,28	6,56	10,93	8,35
54	19	1,18	6,65	11,02	8,44
38 + 22	19	1,42	5,42	9,43	7,03
42 + 20	19	1,30	4,33	7,98	5,76
66	19	2,46	9,39	14,49	11,54
78	19	4,21	12,59	18,43	15,11
96	19	2,10	13,58	19,59	16,19
100	19	2,46	14,49	20,68	17,19
18	37	3,35	—	6,63	4,59
24	37	6,56	—	10,93	8,35
72	37	3,35	11,00	16,47	13,33
54 + 66	37	4,39	16,44	23,00	19,33
150	37	3,35	23,03	30,68	26,45

Anhang C (normativ)

Spannungs-Dehnungs-Prüfverfahren

(Die Prüfung ist durchzuführen, wenn sie vom Kunden gefordert wird)

C.1 Länge des Prüflings

Die Länge des Prüflings muss zwischen den Abspannklemmen mindestens das 400fache des Leiterdurchmessers, mindestens jedoch 10 m betragen. Eine kürzere Länge ist zwischen dem Hersteller und dem Käufer zu vereinbaren. Die Messlänge muss mindestens das 100fache des Leiterdurchmessers sein.

C.2 Prüftemperatur

Temperaturablesungen sind zu Beginn und am Ende eines jeden Haltepunktes durchzuführen. Ändert sich die Temperatur um mehr als 2 °C relativ zur Temperatur zum Beginn der Prüfung, so ist die thermische Längenänderung des Leiters zu berücksichtigen.

C.3 Vorbereiten des Prüflings

Die Prüflinge sind mit größter Sorgfalt vorzubereiten. Relative Verschiebungen im Bereich von 1 mm zwischen Stahlseele und den Aluminiumlagen können bedeutende Änderungen im gemessenen Spannungs-Dehnungs-Diagramm verursachen. Die Prüflinge sind wie folgt vorzubereiten:

C.3.1 Bevor die Prüflinge von der Spule geschnitten werden, ist $5\text{ m} \pm 1\text{ m}$ vom Leiterende eine Schraubschelle zu befestigen. Die Schelle muss ausreichenden Druck erzeugen, um Relativbewegungen der Leiterdrähte untereinander zu verhindern.

C.3.2 Die erforderliche Leiterlänge ist von der Spule abzuwickeln und eine weitere Schraubschelle im erforderlichen Abstand von der ersten zu montieren. Mit Hilfe eines Klebebandes ist der Leiter abzubinden und dann so weit von der Schraubschelle entfernt zu schneiden, dass ausreichend Abstand zum Montieren der Abspannarmaturen vorhanden ist.

C.3.3 Während des Transports zum Prüflabor ist der Prüfling ausreichend vor Beschädigungen zu schützen. Der Durchmesser des Leiterringes oder der -spule muss mindestens das 50fache des Leiterdurchmessers betragen.

C.3.4 Für die Spannungs-Dehnungs-Prüfungen sind vom Käufer genehmigte Abspannarmaturen zu verwenden, wie z. B. Press-, Epoxidharz- oder Zinnvergussarmaturen. Die Drähte dürfen vor der Montage der Abspannarmaturen nicht abgewickelt, gereinigt oder gefettet werden.

C.3.5 Es ist besonders darauf zu achten, dass kein Draht des Prüflings während der Vorbereitung der Enden beschädigt wird.

C.3.6 Das Aufbringen der Abspannarmaturen darf keinerlei Lockerung der Drähte verursachen, welche die Spannungs-Dehnungs-Kurven des Leiters beeinflussen könnte.

C.4 Anforderungen an Pressarmaturen

Wenn für ALx/STyz-Leiter Pressabspannarmaturen verwendet werden, so ist nach dem in C.4.1 bis C.4.3 beschriebenen Verfahren vorzugehen.

C.4.1 Die Aluminiumhülse der Pressabspannklemme ist über den Leiter zu schieben. Die Aluminiumdrähte sind so weit abzuschneiden, dass entsprechend Platz ist für das Stahlendstück der Pressabspannklemme sowie für die Verlängerungen durch das Verpressen des Stahlendstückes, der Aluminiumdrähte und der Aluminiumhülse. Der erforderliche Abstand zwischen den Aluminiumdrähten und dem zu verpressenden Stahlendstück beträgt vor dem Verpressen üblicherweise 30 mm bis 40 mm. Der Stahlpresskörper ist über den Stahlkern des Leiters zu schieben und anschließend der Stahlkörper, beginnend am Ende des Stahlkernes mit einer maximalen Überlappung von 2 % bis 10 % zu verpressen.

C.4.2 Die Aluminiumhülse ist über den Stahlkörper der Pressabspannklemme zu schieben. Für das Fließen der Werkstoffe beim Pressen ist zwischen dem Ende der Aluminiumhülse und dem Rand des Stahlkörpers für