

	DIN EN 50397-2 (VDE 0276-397-2)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 29.240.20

Einsprüche bis 2022-05-18

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 50397-2
(VDE 0276-397-2):2010-05

Entwurf

Kunststoffumhüllte Leiter und zugehörige Armaturen für Freileitungen mit Nennspannungen über 1 kV und nicht mehr als 36 kV Wechselspannung – Teil 2: Armaturen für kunststoffumhüllte Freileitungsseile – Prüfungen und Anforderungen; Deutsche und Englische Fassung prEN 50397-2:2021

Covered conductors for overhead lines and the related accessories for rated voltages above 1 kV a.c. and not exceeding 36 kV a.c. –

Part 2: Accessories for covered conductors –

Tests and acceptance criteria;

German and English version prEN 50397-2:2021

Conducteurs gainés pour lignes aériennes et accessoires associés pour des tensions assignées supérieures à 1 kV en courant alternatif et ne dépassant pas 36 kV en courant alternatif –

Partie 2: Accessoires pour conducteurs gainés –

Exigences et essais;

Version allemande et anglaise prEN 50397-2:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-03-18 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 91 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 50397-2:2021 „Kunststoffumhüllte Leiter und zugehörige Armaturen für Freileitungen mit Nennspannungen über 1 kV und nicht mehr als 36 kV Wechselspannung – Teil 2: Armaturen für kunststoffumhüllte Freileitungsseile – Prüfungen und Anforderungen;“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der prEN 50397-2:2021 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument prEN 50397-2:2021 „Covered conductors for overhead lines and the related accessories for rated voltages above 1 kV a.c. and not exceeding 36 kV a.c. – Part 2: Accessories for covered conductors – Tests and acceptance criteria;“ wurde vom TC 20 „Electric cables“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen späteren „Schluss-Entwurf“ FprEN nur 8 Wochen beträgt und zum „Schluss-Entwurf“ FprEN keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der „Entwurf“ prEN als Deutscher Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der formellen Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 411.1 „Starkstromkabel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 50397-2 (VDE 0276-397-2):2010-05** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- b) die Prüfungen, Anforderungen und Annahmekriterien des Zusammenbaus bei niedriger Temperatur wurden überarbeitet;
- c) **Abschnitt 7.5.17**, Prüfung des Zusammenbaues bei niedriger Temperatur für Verbinder, wurde hinzugefügt;
- d) im **Abschnitt 7.5**, mechanische Prüfungen, wurden bei der Durchführung Angaben bei der Verwendung auf Adern mit einem Querschnitt kleiner oder gleich 35 mm^2 ergänzt;
- e) der Umfang der Alterungs- und Korrosionsprüfungen wurde detaillierter beschrieben;
- f) komplett redaktionell überarbeitet.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Kunststoffumhüllte Leiter und zugehörige Armaturen für Freileitungen mit
Nennspannungen über 1 kV und nicht mehr als 36 kV Wechselspannung –
Teil 2: Armaturen für kunststoffumhüllte Freileitungsseile –
Prüfungen und Anforderungen

Covered conductors for overhead lines
and the related accessories for rated
voltages above 1 kV a.c. and not
exceeding 36 kV a.c. –
Part 2: Accessories for covered
conductors –
Tests and acceptance criteria

Conducteurs gainés pour lignes aériennes et
accessoires associés pour des tensions assignées
supérieures à 1 kV en courant alternatif et ne
dépassant pas 36 kV en courant alternatif –
Partie 2: Accessoires pour conducteurs gainés –
Exigences et essais

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.
CENELEC Termin: 2021-11-05

Er wurde von CLC/TC 20 erstellt.

Wenn aus diesem Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder 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.

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch,
Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in
eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC
Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in
Bezug genommen werden.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Anforderungen	9
4.1 Allgemeine Anforderungen	9
4.2 Spezielle Anforderungen an die Bauteile für kunststoffumhüllte Leiter.....	9
4.3 Kennzeichnung	10
5 Qualitätsprüfung	11
6 Einteilung der Prüfungen – Typprüfungen, Auswahlprüfungen, Stückprüfungen	11
6.1 Typprüfungen	11
6.2 Auswahlprüfungen	11
6.3 Stückprüfungen	12
7 Prüfungen	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Sichtprüfung	12
7.3 Überprüfung der Maße und Werkstoffe	12
7.4 Prüfung der Dauerhaftigkeit der Kennzeichnung	13
7.5 Mechanische Prüfungen.....	13
7.6 Feuerverzinkungsprüfung.....	31
7.7 Wasserdichtheitsprüfung	31
7.8 Elektrische Alterungsprüfung für Durchdringungsklemmen und Verbinder	32
7.9 Kurzschlussprüfung für APD oder EPD.....	33
7.10 Leistungslichtbogenprüfung	34
7.11 Umweltprüfung für Trag- und Abspannklemmen	35
7.12 Umweltprüfung für Durchdringungsklemmen und Verbinder	37
7.13 Ausdauerprüfung für Verbinder (wahlweise).....	39
Anhang A (normativ) Typprüfungen, Auswahlprüfungen, Stückprüfungen	40
Anhang B (informativ) Beispiel für die Stichprobenentnahme bei Attributprüfung	42
Anhang C (informativ) Beispiel für die Stichprobenentnahmen bei der Variablenprüfung	43
Anhang D (normativ) Besondere nationale Bedingungen	44
Literaturhinweise.....	45
Bilder	
Bild 1 – Prüfanordnung für die Versagensprüfung	14
Bild 2 – Prüfanordnung für Rutschprüfung bei Umgebungstemperatur für Tragklemmen.....	15
Bild 3 – Rutschprüfung bei niedriger Temperatur.....	17

	Seite
Bild 4 – Hochzug- und Seitenkraftprüfung.....	19
Bild 5 – Zugprüfungsanordnung	21
Bild 6 – Anordnung des Niedrigtemperaturbereichs	22
Bild 7 – Prüfanordnung.....	28
Bild 8 – Mechanische Beanspruchung der Erdungseinheit.....	31
Bild 9 – Prüfung der Wasserdichtheit	32
Bild 10 – Widerstandsmessung	33
Bild 11 – Beispiel einer Prüfung mit Leistungslichtbogen für ein Blitzschutzsystem.....	34
Tabellen	
Tabelle 1 – Festgelegte Mindestkräfte	19

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 50397-2:2021) wurde vom CLC/TC 20 „Electric cables“ erarbeitet.

Dieses Dokument wird derzeit zur Umfrage vorgelegt.

Nachstehende Daten wurden vorgeschlagen:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene angekündigt werden muss (doa): dor + 6 Monate
- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): dor + 12 Monate
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): dor + 36 Monate (bei der Abstimmung zu bestätigen oder zu ändern)

Dieses Dokument wird **EN 50397-2:2009** und alle Änderungen und Berichtigungen (falls vorhanden) ersetzen.

Einleitung

Ein kunststoffumhülltes Freileitungsseil besteht aus einem Leiter, der mit isolierendem Material umhüllt ist, um gegen zufällige Berührungen anderer Leiter oder geerdeter Teile wie z. B. Äste zu schützen. Im Vergleich zu isolierten Leitern hat dieser Leiter schlechtere Eigenschaften, aber er ist in der Lage, kurzzeitig einem Phase-Erde-Kurzschluss zu widerstehen.

Weil kunststoffumhüllte Freileitungsseile ungeschirmt sind, sind sie nicht berührungssicher und müssen wie blanke Leiter in Bezug auf elektrische Schutzmaßnahmen behandelt werden.

Dieses Dokument gibt keine Empfehlungen für den Bau der Leitung, wie z. B. Abstände zwischen den Leitern und der Umgebung, Mastabstände oder Durchhänge usw.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil 2 der EN 50397 beinhaltet die Anforderungen an Armaturen, die für kunststoffumhüllte Freileitungsseile nach EN 50397-1 verwendet werden. Sie werden bei Freileitungen mit einer Bemessungsspannung U über 1 kV Wechselspannung bis max. 36 kV Wechselspannung eingesetzt.

ANMERKUNG Dieses Dokument beschreibt die Anforderungen und Prüfungen nur für die Armaturen, die an der Freileitung selbst montiert sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 50397-1:2020, *Kunststoffumhüllte Leiter und zugehörige Armaturen für Freileitungen mit Nennspannungen über 1 kV und nicht mehr als 36 kV Wechselspannung – Teil 1: Kunststoffumhüllte Freileitungsseile*

EN 50483-5, *Prüfanforderungen für Bauteile für isolierte Niederspannungsfreileitungen – Teil 5: Elektrische Alterungsprüfungen*

EN 50483-6:2009, *Prüfanforderungen für Bauteile für isolierte Niederspannungsfreileitungen – Teil 6: Umweltprüfungen*

EN 61284:1997, *Freileitungen – Anforderungen und Prüfungen für Armaturen (IEC 61284:1997)*

EN 61467, *Isolatoren für Freileitungen – Isolatorstränge und -ketten für Leitungen mit einer Nennspannung größer 1 000 V – Wechselstrom-Hochleistungs-Lichtbogenprüfungen (IEC 61467)*

EN ISO 1461, *Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen (ISO 1461)*

ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 2859-2, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection*

ISO 3951 (alle Teile), *Sampling procedures for inspection by variables*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Typprüfung

Prüfung, die an Bauteilen nach diesem Dokument durchzuführen sind, bevor sie in den allgemeinen Handel kommen, um nachzuweisen, dass die Betriebseigenschaften der vorgesehenen Anwendung entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Symbol T

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Prüfungen sind so geartet, dass nach ihrer Durchführung keine Wiederholungsprüfungen erforderlich sind, sofern keine Änderungen beim Werkstoff, bei der Konstruktion oder beim Herstellungsverfahren der Bauteile vorgenommen wurden, die die Leistungsmerkmale beeinflussen könnten.

3.2

Auswahlprüfung

Prüfung, die an Stichproben des fertigen Produkts oder an dem Produkt entnommenen Bauteilen durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass das fertiggestellte Produkt den Bauspezifikationen entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Symbol S

3.3

Stückprüfung

Prüfung, die die Übereinstimmung der Bauteile mit den besonderen Anforderungen nachweisen und an allen Bauteilen durchgeführt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Symbol R

3.4

Bemessungsspannung

Referenzspannung (U), für die eine umhüllte Freileitung ausgelegt ist und die dazu dient, die elektrischen Prüfungen zu bestimmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungsspannung wird durch den Wert U in kV angegeben, wobei U der Effektivwert zwischen zwei beliebigen Phasenleitern ist.

3.5

Umgebungstemperatur

Temperatur zwischen 15 °C und 30 °C

3.6

vorgeformte Spiralarmaturen

Bauteil, bei dem die zum Halten des Leiters nötige Kraft durch schraubenlinienförmige, sich unter Zug selbst festziehende Drähte (Stäbe) erzeugt wird

3.7

Abspannklemme

Bauelement zur festen Verbindung eines Leiters mit einer Befestigung, das so ausgelegt ist, dass die festgelegte mechanische Spannung im Leiter oder im Tragorgan auf die Stützeinrichtung übertragen wird

[QUELLE: IEV 461-18-01, modifiziert]

3.8

zugfester Verbinder

metallisches Bauelement zur Verbindung zweier abgespannter Leiter

3.9

nicht zugfester Verbinder

metallisches Bauelement zur Verbindung zugfreier Leiter

3.10

Tragklemme

Bauelement zur Befestigung eines kunststoffumhüllten Leiters an einer Befestigung, das dazu dient, dessen Gewicht und alle festgelegten Zusatzkräfte zu tragen

[QUELLE: IEV 461-18-02, modifiziert]

3.11

Kopfklemme

Bauelement zur Befestigung eines kunststoffumhüllten Freileitungsseils am Kopf eines Stütz- oder Streckenisolators, das dazu dient, des Leiters Gewicht und die festgelegten Zusatzkräfte zu tragen

3.12

Abzweigklemme

metallisches Bauelement, das einen Abzweigleiter mit einem Hauptleiter auf einem beliebigen Punkt des Hauptleiters verbindet

[QUELLE: IEV 461-17-05]

3.13

Blitzschutzarmatur

APD

metallisches Bauelement, das am Leiter oder auf den Armaturen befestigt ist, um den Leiter vor dem Lichtbogen zu schützen

3.14

Blitzschutzsystem

Baueinheit bestehend aus Blitzschutzarmaturen, Isolatoren und Leitern mit allen dazugehörigen Armaturen

3.15

Erdungsklemme

EPD

Bauelement, das am Leiter befestigt wird, um eine vorübergehende Erdung zu ermöglichen

3.16

festgelegte Mindestrutschkraft

SMSL

vom Auftraggeber festgelegte oder vom Lieferanten deklarierte kleinste Kraft, bei der kein Rutschen auftritt

3.17

festgelegte Mindestversagenskraft

SMFL

vom Auftraggeber festgelegte oder vom Lieferanten deklarierte kleinste Kraft, bei der kein mechanisches Versagen eintritt

ANMERKUNG 1 zum Begriff: Vom Gesichtspunkt der Wahrscheinlichkeit entspricht die festgelegte Mindestversagenslast einem Wert mit der Wahrscheinlichkeit von e % in der Verteilungsfunktion der Festigkeit des Bauteils. Die Ausschussgrenze e % wird gewöhnlich zwischen 2 % und 5 % angenommen, wobei 10 % die obere Grenze sind (siehe IEC 60826).

3.18

Mindestbruchkraft

MBL

Mindestbruchkraft des Leiters nach Angabe des Herstellers, falls nicht festgelegt in **EN 50397-1**

4 Anforderungen

4.1 Allgemeine Anforderungen

4.1.1 Allgemeines

Die Allgemeinen Anforderungen müssen EN 61284:1997, 4.1 entsprechen.

Andere Armaturen sollten korrosions- und alterungsbeständig sein.

4.1.2 Geschwindigkeit der Lastaufbringung

Bei allen mechanischen Prüfungen muss der Lastanstieg gleichmäßig mit einer Zugmaschine erfolgen und die Geschwindigkeit des Lastanstiegs muss zwischen 5 000 N/min und 7 500 N/min für mechanische Armaturen und zwischen 1 000 N/min und 5 000 N/min für Klemmen liegen.

4.2 Spezielle Anforderungen an die Bauteile für kunststoffumhüllte Leiter

4.2.1 Allgemeines

Die Durchdringungselemente eines Bauteils dürfen nicht die mechanische Festigkeit der Leiter auf weniger als 90 % der Mindestbruchkraft (en: minimum breaking load, MBL) herabsetzen. Alle Armaturen sind wasserdicht und müssen das Eindringen von Wasser in den Leiter verhindern. Die Wasserdichtheit muss nach 7.7 geprüft werden.

Das beabsichtigte Durchdringen der Hülle gilt nicht als Schaden, der durch die Armatur verursacht wird.

4.2.2 Abspannklemmen

Zum Zweck der Abspannung von kunststoffumhüllten Freileitungsseilen über der Kunststoffhülle gibt es folgende Abspannklemmen, die jedoch hier nicht vollzählig erwähnt sind:

- konische Bügel- und Keilabspannklemmen;
- vorgeformte Spiralabspannarmaturen.

Die Armaturen müssen in der Lage sein, die festgelegte Mindestversagenskraft (en: specific minimum failure rate, SMFL) zu halten, es darf keine Beschädigung der Kunststoffhülle vorkommen, und sie müssen so ausgelegt sein, dass kein Wasser oder Feuchtigkeit während ihres Einsatzes eindringen kann.

„Darf die Kunststoffhülle nicht beschädigen“ heißt, keine Beschädigung darf auftreten, die die Funktion der Hülle beeinflusst.

4.2.3 Trag- und Kopfklemmen

Zum Zweck des Tragens von kunststoffumhüllten Leitern über der Kunststoffhülle gibt es folgende Tragklemmen, die jedoch hier nicht vollzählig erwähnt sind:

- Kopfklemmen;
- vorgeformte Spiralarmaturen;
- Tragklemmen nach EN 61284:1997, 11.4.

Die Bauteile dürfen die Kunststoffhülle nicht beschädigen und müssen das Eindringen von Feuchtigkeit während ihres Einsatzes verhindern.

„Darf die Kunststoffhülle nicht beschädigen“ heißt, keine Beschädigung darf auftreten, die die Funktion der Hülle beeinflusst.

Die Tragklemmen müssen so ausgelegt sein, dass die Auswirkungen einer widerregten Schwingung sowohl an den kunststoffumhüllten Freileitungsseilen als auch an der Klemme selbst klein gehalten werden. Die

Klemmen müssen so ausgelegt sein, dass sie örtlichen Druck oder Beschädigung des kunststoffumhüllten Freileitungsseils vermeiden.

Wenn es notwendig ist, müssen die Klemmen genügend elektrische Leitfähigkeit haben, um Beschädigung bei Kurzschlüssen zu vermeiden.

Der zusammengebauten Klemmeneinheit muss das Gewicht und die zusätzlichen Kräfte so aufnehmen, dass es während des Einsatzes zu keiner Beeinträchtigung kommt.

4.2.4 Durchdringungsklemmen

Die Klemmen müssen in der Lage sein, den Nennstrom und auch Kurzschlussströme, sofern sie auftreten, zu übertragen.

4.2.5 Blitzschutzsystem

Diese Schutzeinrichtung ist ausgelegt, um Isolatoreinheiten und kunststoffumhüllte Freileitungsseile gegen Beschädigungen durch Lichtbögen zu schützen (Schutzhörner, Schutzringe).

Der maximale Kurzschlussstrom muss 10 kA für 1 s sein.

Die Blitzschutzarmaturen müssen mit einer Montageanleitung geliefert werden. Sie müssen eine Beschreibung des Einbaus enthalten, damit das System einem Leistungslichtbogen von 1 kA und 10 kA standhält.

Das Blitzschutzsystem muss den mechanischen Kräften der Installationsbeanspruchung standhalten.

4.2.6 Erdungssystem

Das Erdungssystem muss einen Kurzschlussstrom ableiten können. Der maximale Kurzschlussstrom ist 10 kA für 1 s.

Diese Bauteile müssen die mechanischen Kräfte des Betriebs aushalten.

4.2.7 Verbinder

Der Verbinder muss für das kunststoffumhüllte Freileitungsseil geeignet sein.

Der Verbinder muss dieselben Isolationseigenschaften wie die Leiterisolierung haben. Daher muss die Prüfung nach **EN 50397-1:2020, Tabelle 2**, lfd. Nr. 1.2 „Spannungsfestigkeit“ durchgeführt werden. Der Leiter muss ausreichend lang sein, damit die Verbinder eingetaucht werden können. Die Dauer der Prüfung muss dieselbe sein wie bei der Stichprobenprüfung.

4.3 Kennzeichnung

Alle vorgenannten Produkte müssen dauerhaft die folgenden Angaben tragen:

- Handels- und Firmenzeichen des Herstellers;
- Produktkennzeichnung oder -bezeichnung;
- Rückverfolgbarkeitskennzeichnung/Losnummer;
- kleinster und größter Querschnitt, für den die Baugruppe geeignet ist;
- Anziehdrehmoment oder Verweis auf das Presswerkzeug, falls anwendbar;
- Werkstoffkürzzeichen, falls vorhanden.

Sonstige spezielle Kennzeichnungen sollten zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden.

Die Prüfung der Kennzeichnung ist in [7.4](#) beschrieben.

5 Qualitätsprüfung

Ein Qualitätssicherungsprogramm zieht in Betracht, dass die Anforderungen dieses Dokuments in Übereinstimmung zwischen Hersteller und Anwender angewendet werden können, um die Qualität der Armaturen während des Produktionsablaufs zu überprüfen.

ANMERKUNG Detaillierte Informationen über Qualitätssicherung sind in EN ISO 9000 und anderen Normen dieser Normenreihe festgelegt.

6 Einteilung der Prüfungen – Typprüfungen, Auswahlprüfungen, Stückprüfungen

6.1 Typprüfungen

6.1.1 Allgemeines

Typprüfungen sind zum Nachweis der Konstruktionskennwerte vorgesehen. Sie werden üblicherweise nur einmal durchgeführt und nur wiederholt, wenn das Material oder die Konstruktion geändert wird. Die Ergebnisse der Typprüfung werden als Beweis für die Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Konstruktion aufgezeichnet.

6.1.2 Anwendung

Die Bauteile müssen den Typprüfungen nach [Tabelle A.1](#) unterworfen werden.

6.2 Auswahlprüfungen

6.2.1 Allgemeines

Auswahlprüfungen sind zur Prüfung der Qualität der Werkstoffe und der Herstellung vorgesehen.

6.2.2 Anwendung

Armaturen für Freileitungen müssen den Auswahlprüfungen nach [Tabelle A.1](#) unterworfen werden. Die zu prüfenden Prüflinge müssen durch Zufall dem Abnahmelos entnommen werden. Der Käufer ist berechtigt, die Auswahl vorzunehmen.

6.2.3 Stichproben und Annahmekriterien

Wenn nicht anderweitig zwischen Käufer und Lieferant vereinbart, muss der Plan der Probenentnahme nach ISO 2859-1 und ISO 2859-2 (Attributprüfung) und der Normenreihe ISO 3951 (Variablenprüfung) angewendet werden.

Für jede Auswahlprüfung müssen die Prüfung (Attribut- oder Variablenprüfung) und die detaillierten Verfahren (Prüfstufe, annehmbare Qualitätsgrenze, Einfach-, Doppel- oder Mehrfach-Auswahlprüfung usw.) zwischen Käufer und Lieferant (siehe Beispiel in [Anhang B](#) zur Attributprüfung und in [Anhang C](#) zur Variablenprüfung) vereinbart werden.

ANMERKUNG Die Variablen-Auswahlprüfung ist ein Stichproben-Annahmeverfahren, das anstelle der Attributprüfung angewendet wird, wenn es geeigneter ist, die zu berücksichtigenden Kennwerte in kontinuierlichem Maßstab zu messen. Im Fall der Versagenskraftprüfungen und ähnlicher kostenintensiver Prüfungen steht eine bessere Unterscheidung zwischen der Annahmequalität und der wirklichen Qualität zur Verfügung, wenn bei derselben Stichprobengröße die Annahmeprüfung mit der Variablenprüfung anstelle mit der Attributprüfung durchgeführt wird.

Der Zweck des Stichprobenentnahmeverfahrens kann bei der Wahl zwischen einem Variablen- und einem Attributprüfplan ebenfalls wichtig sein.

Ein Käufer darf beispielsweise einen Attributprüfplan zur Annahmestichprobenprüfung auswählen, um sicherzustellen, dass Teile in einem Lieferlos innerhalb einer Maßtoleranz liegen; der Hersteller darf Messungen nach einem Variablen-Stichprobenplan an denselben Maßen durchführen, weil er sich mit

allmählichen Tendenzen oder Änderungen befasst, die seine Fähigkeiten beeinflussen können, Lieferlose auszuliefern, die der AQL entsprechen.

6.3 Stückprüfungen

6.3.1 Allgemeines

Stückprüfungen sind vorgesehen, um die Übereinstimmung des Bauteils mit den spezifischen Anforderungen nachzuweisen, und sie müssen an jedem Bauteil gemacht werden. Die Prüfungen dürfen das Bauteil nicht beschädigen.

6.3.2 Anwendung und Annahmekriterien

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen entsprechend [Abschnitt 4](#) muss durch die in [Tabelle A.1](#) aufgeführten Prüfungen festgestellt werden. Die Prüfungen sind nur für die Anschlussstücke vorgesehen, die das Leitungsseil über der Umhüllung einspannen.

7 Prüfungen

7.1 Allgemeines

Drei Prüflinge der Bauteile müssen geprüft werden, es sei denn, im Unterabschnitt wird eine andere Anzahl verlangt.

[Anhang A](#) zeigt eine Tabelle der allgemeinen Prüfungen, die für jedes Produkt verlangt werden.

ANMERKUNG Dieser Abschnitt legt nur die Prüfungen für Armaturen, die über der Kunststoffhülle montiert werden, fest.

Für Armaturen, die direkt am blanken Leiter verwendet werden, gilt [EN 61284](#).

7.2 Sichtprüfung

Diese Prüfung muss die Sichtprüfung beinhalten, um sicherzugehen, dass die Bauteile der vereinbarten Zeichnung entsprechen. Abweichungen von den Zeichnungen müssen zwischen Käufer und Lieferant vereinbart und schriftlich festgelegt werden.

7.3 Überprüfung der Maße und Werkstoffe

Diese Prüfungen müssen die Prüfung der Maße enthalten, um sicherzustellen, dass die Anschlussstücke innerhalb der Toleranzen der Abmessungen liegen, die in den Zeichnungen des Vertrages festgelegt sind. Der Abnehmer darf auswählen, bei der Messung ausgewählter Maße anwesend zu sein, oder er darf die Dokumentation des Lieferanten kontrollieren, wenn diese vorhanden ist. Die Messeinrichtungen/Messgeräte müssen hinsichtlich der erforderlichen Präzision und Genauigkeit ausgewählt werden. Der durch Dokumente belegte Nachweis über die Kalibrierung dieser Geräte muss auf Anforderung zur Verfügung gestellt werden.

Wenn es der Qualitätsplan im Vertrag erfordert, müssen die Stückprüfungen einen festgelegten Rahmen von Abmessungsüberprüfungen enthalten.

Besondere Aufmerksamkeit sollte jenen Maßen gegeben werden, die für die Austauschbarkeit der Armaturen wichtig sind (z. B. Klöppel und Pfannenverbindungen (HD 474); Gabel und Laschenverbindungen (IEC 60741)) oder den mechanischen bzw. elektrischen Verbindungen.

7.4 Prüfung der Dauerhaftigkeit der Kennzeichnung

7.4.1 Grundlagen

Diese Prüfung ist nach den Verfahren in EN 50483-1:2009, 9.2 durchzuführen.

Diese Prüfung stellt sicher, dass die Kennzeichnung leserlich und dauerhaft ist.

7.4.2 Prüfanordnung

Zwei Prüflinge müssen geprüft werden.

7.4.3 Durchführung

Die Kennzeichnung ist 15 s lang von Hand mit einem wassergetränkten Lappen und anschließend 15 s lang mit einem benzingetränkten Lappen zu rubbeln.

ANMERKUNG Benzin ist festgelegt als das aliphatische Lösungsmittel Hexan mit einem Volumenanteil an aromatischen Verbindungen von höchstens 0,1 %, einem Kauri-Butanol-Wert von 29, einem Anfangssiedepunkt von 65 °C und einem Trockenpunkt von 69 °C und einer relativen Dichte von 0,68 g/cm³.

7.4.4 Anforderung

Die Kennzeichnung muss deutlich erkennbar bleiben und eine einfache Identifizierung des Bauteils ermöglichen.

7.5 Mechanische Prüfungen

7.5.1 Allgemein

Die Anzahl der Prüflinge:

- **Typprüfungen:** Mechanische Typprüfungen müssen an drei Prüflingen durchgeführt werden. Alle Prüflinge müssen die Prüfung bestehen.
- **Auswahlprüfungen:** Mechanische Auswahlprüfungen müssen nach den Verfahren nach EN 61284:1997, 6.2.3, durchgeführt werden.

7.5.2 Mechanische Schadens- und Versagenskraftprüfung für Abspann- und Tragklemmen (ohne Spiralarmaturen)

7.5.2.1 Grundlagen

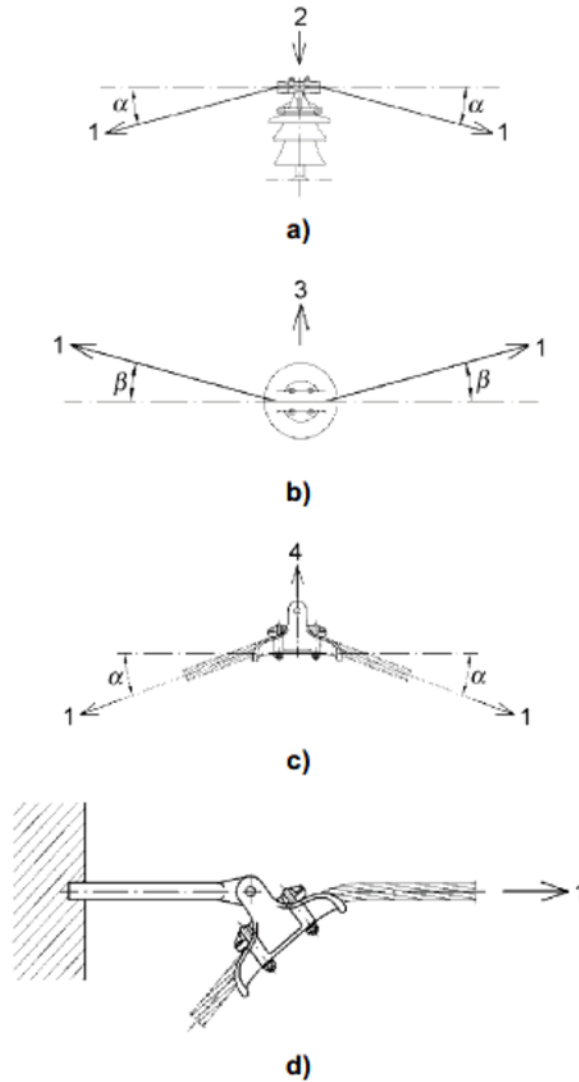
Diese Prüfung stellt sicher, dass die Klemmen den geforderten Kräften ohne bleibende Verformung, die die Funktion der Klemme beeinträchtigen können, standhalten.

7.5.2.2 Prüfanordnung

Die Prüfung muss nach den Bildern 1a, 1b, 1c, 1d oder nach einem entsprechenden Schema durchgeführt werden. Leiterschutzspiralen müssen eingesetzt werden, wenn sie auch im Betrieb vorgesehen sind.

7.5.2.3 Durchführung

Die Anzahl der Prüflinge, das Verfahren, der allmähliche Kraftanstieg und die Auswertung der Ergebnisse müssen nach EN 61284:1997, 11.3.1 erfolgen. Der Winkel α und der Winkel β müssen die größten zulässigen Winkel sein, die der Hersteller angibt, und müssen zur Bestimmung der kleinsten Versagungslast genommen werden.



Legende

- 1 festgelegte mechanische kleinste Versagenskraft (T)
- 2 Kraft (R)
- 3 Seitenkraft (R_2)
- 4 Hochzugkraft (R_1)
- α größter zulässiger Winkel
- β größter zulässiger Winkel

Bild 1 – Prüfanordnung für die Versagensprüfung

7.5.2.4 Annahmekriterien

Hinsichtlich der Versagenskraft ist die Prüfung bestanden, wenn keine bleibende Verformung, die die Funktion der Klemme beeinträchtigt, bei oder unter der festgelegten Mindestversagenskraft auftritt.

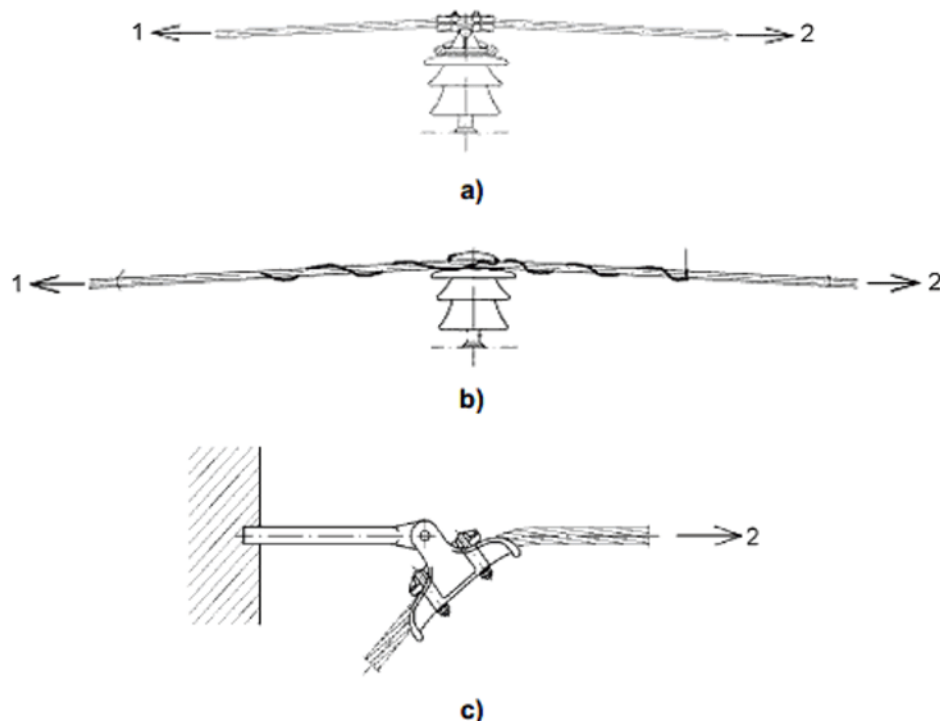
7.5.3 Rutschprüfung bei Umgebungstemperatur für Tragklemmen

7.5.3.1 Grundlagen

Die Prüfung muss bei Raumtemperatur erfolgen und stellt sicher, dass der Leiter unterhalb einer festgelegten Kraft nicht rutscht, wenn große Kräfte am kunststoffumhüllten Leiter einwirken.

7.5.3.2 Prüfanordnung

Die Klemme muss für das kunststoffumhüllte Freileitungsseil ausgelegt sein. Die Prüfung muss an zwei Prüflingen ausgeführt werden und muss nach einer der drei Anordnungen in Bild 2 entsprechend der Art der Klemme erfolgen (siehe Bilder 2a, 2b und 2c).



Legende

- 1 statische Gegenkraft (G)
- 2 angesetzte Kraft (T)

Bild 2 – Prüfanordnung für Rutschprüfung bei Umgebungstemperatur für Tragklemmen

7.5.3.3 Durchführung

- a) Die zu prüfende Einheit muss in einer Zugprüfmaschine montiert und mit einer Kraft T (15 % der Mindestbruchkraft = MBL) gespannt werden. Ist die zulässige Biegekraft des Isolators oder des Stützisolators geringer als der Wert T , dann muss diese Kraft beaufschlagt werden.
- b) Während die zu prüfende Einheit des kunststoffumhüllten Freileitungsseils unter der Kraft T gespannt ist, müssen die Schrauben und Muttern mit den festgelegten Drehmomenten angedreht werden. Ist ein zulässiger Drehmomentbereich angegeben, so ist die Prüfung mit dem vom Hersteller angegebenen maximalen und minimalen Drehmoment durchzuführen.
- c) Verringerung der auf den Leiter ausgeübten Kraft (T) auf null und Lösen des Leiters an einer Seite der Zugprüfmaschine.
- d) Befestigung der Klemme in der freien Spannbacke einer Zugprüfmaschine.

- e) Ausübung einer Kraft von 20 % der festgelegten Mindestrutschkraft (SMSL) auf die vollständige Baueinheit und Anbringung eines Wegaufnehmers in solcher Weise, dass die Bewegung des Leiters relativ zur Klemme nachgewiesen werden kann. Falls kein Aufnehmer vorhanden ist, muss auf dem Leiter eine Markierung angebracht werden, um die oben genannten Bewegung zu erfassen.
- f) Gleichmäßiges Erhöhen der Kraft, bis sie die festgelegte Mindestrutschkraft erreicht wird. Die Kraft muss dann 60 s lang gehalten werden.
- g) Die Kraft muss dann weiter bis zum Rutschen erhöht werden.
- h) Für Spiral- oder anderen Armaturen kann eine Gegenkraft G eingesetzt werden, um die korrekte Funktion der Klemme zu gewährleisten. Die Kraft G muss zwischen Käufer und Lieferant abgestimmt werden. Wenn eine Gegenkraft eingesetzt wird, dann berechnet sich die Rutschkraft aus der Differenz zwischen angewandeter Kraft T und Gegenkraft G .

7.5.3.4 Annahmekriterien

Kein Rutschen größer als 5 mm darf unter oder bei festgelegter Mindestrutschkraft eintreten. Trotz Verformungen muss das Bauteil sicher am Isolator befestigt sein.

Das Bauteil muss abmontiert und die Hülle des Leiters geprüft werden. Die Hülle darf nicht verletzt sein.

7.5.4 Rutschprüfung bei niedriger Temperatur bei Tragklemmen

7.5.4.1 Grundlagen

Die Tragklemmen müssen mit einer konstanten Kraft G beaufschlagt und der Bereich des Leiters neben Klemme muss bei niedriger Temperatur gehalten werden. Die Prüfung stellt sicher, dass der Leiter nicht durch die Klemme rutscht und dass Leiter und Klemme unbeschädigt bleiben.

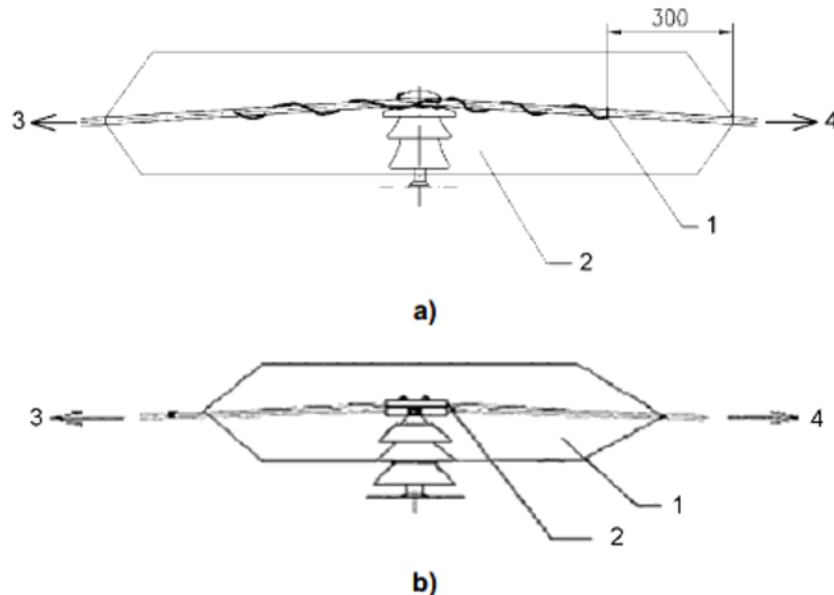
Die Prüfung stellt auch sicher, dass Klemme und Leiter in der Lage sind, der Beanspruchung während der Montage und im Betrieb bei niedriger Temperatur zu widerstehen.

7.5.4.2 Prüfanordnung

Die Klemme muss für das kunststoffumhüllte Freileitungsseil ausgelegt sein. Die Prüfung muss wie folgt ausgeführt werden (siehe Bild 3).

Die Zugkraft erfolgt in axialer Richtung ohne Abweichungswinkel.

Für die Prüfung in der Kühlkammer kann der Isolator durch ein Bauteil mit denselben oberen Abmessungen ersetzt werden, um die Tragklemmen ordnungsgemäß anzubringen.



Legende

- 1 Niedrigtemperaturbereich
- 2 Kennzeichnung
- 3 statische Gegenkraft (G)
- 4 angewendete Kraft (T)

Bild 3 – Rutschprüfung bei niedriger Temperatur

7.5.4.3 Durchführung

- a) Die Tragklemme und ein 300 mm langes Stück des Leiters müssen bis $(-10 \pm 3)^\circ\text{C}$ 24 h lang gekühlt werden, bevor sie bei dieser Temperatur montiert werden.
- b) Die Temperatur muss bei $(-10 \pm 3)^\circ\text{C}$ gehalten werden. Für besondere nationale Bedingungen siehe [Anhang D](#).
- c) Die Prüfung muss nach 7.5.3.3, Punkte a) bis h) durchgeführt werden.

Der Zusammenbau und die Rutschprüfung sollten in verschiedenen Räumen erfolgen.

Für den Einsatz in Gebieten mit tiefen Temperaturen mögen -10°C nicht ausreichend sein. In einem solchen Fall kann das Bauteil in Übereinstimmung zwischen Käufer und Lieferanten bei tieferen Temperaturen geprüft werden. Die gewählte Prüftemperatur muss dann im Prüfbericht erwähnt werden.

7.5.4.4 Annahmekriterien

Es darf kein Rutschen größer als 5 mm unterhalb der festgelegten Mindestrutschkraft auftreten; trotz Verformung muss am Ende der Prüfung das Bauteil noch sicher am Leiter befestigt sein.

Das Bauteil muss abmontiert und die Hülle überprüft werden. Es sollte keine Rissbildung an der Umhüllung aufgetreten sein.

Für nichtmetallische Spiralarmaturen sind eigene Prüfanforderungen wie die einseitige Stoßprüfung möglich und müssen zwischen Käufer und Lieferant vereinbart werden.

7.5.5 Rutschprüfung für Tragklemmen bei hoher Temperatur (wahlweise)

7.5.5.1 Allgemeines

Diese Prüfung ist eine Temperaturwechselprüfung mit der maximalen Betriebstemperatur des Leiters (siehe EN 50397-1:2020, Tabelle 1).

7.5.5.2 Grundlagen

Die Prüfung stellt sicher, dass die Tragklemmen bei hoher Temperatur und unter mechanischen Kräften im Betrieb ohne Beschädigung oder Beschädigung des Leiters eingesetzt werden können.

Die festgelegte Mindestrutschlast muss zwischen Käufer und Lieferant vereinbart werden.

7.5.5.3 Prüfanordnung

Zwei Tragklemmen müssen geprüft werden.

Die Klemme muss für das kunststoffumhüllte Freileitungsseil ausgelegt sein. Die Prüfung muss wie folgt ausgeführt werden.

- a) Die Klemme muss in einer Zugprüfmaschine montiert werden (siehe Bild 2).
- b) Eine konstante mechanische Kraft muss während der Prüfung eingestellt werden. Diese Kraft muss zwischen Käufer und Lieferant vereinbart werden.
- c) Die freien Enden des Leiters müssen ca. 500 mm lang sein und außerhalb der Klemme für den Anschluss einer Stromquelle dienen.

7.5.5.4 Durchführung

- a) Diese Kraft muss um $\pm 10\%$ eingestellt werden und muss innerhalb eines Zeitraums von 6 h einwirken.
- b) Der Temperaturwechsel muss mit einem Strom durch den Leiter erreicht werden.
- c) Die zu prüfende Einheit muss 100 Temperaturwechseln max. viermal am Tag unterworfen werden.
- d) Die Kraft muss während der ganzen Prüfungsdauer einwirken.
- e) Die Bedingungen für jeden Temperaturwechsel müssen wie folgt sein:
 - Die Anfangstemperatur ist die Umgebungstemperatur.
 - Die Leitertemperatur muss allmählich zur maximalen Betriebstemperatur des Leiters um $\pm 5\text{ K}$ in weniger als 2 h erhöht werden.
 - Diese hohe Temperatur muss 4 h lang gehalten werden.
 - Der Leiter und die Tragklemme müssen dann natürlich bis zur Umgebungstemperatur abkühlen, bevor der nächste Temperaturwechsel beginnt.
 - Die Temperatur muss unterhalb der Hülle am Leiter mit einem Thermoelement gemessen werden. Dieses Thermoelement muss zwischen den Drähten der äußeren Lage des Leiters unter der Hülle positioniert werden.

7.5.5.5 Annahmekriterien

Es darf keine Beschädigung, die die Funktion der Tragklemme oder des Leiters beeinträchtigen könnte, vorkommen.

Die Hülle darf nicht beschädigt sein.

Falls der Leiter rutscht, darf es nicht mehr als 20 mm sein.

7.5.6 Hochzug- und Seitenkraftprüfung für Tragklemmen bei Umgebungstemperatur

7.5.6.1 Grundlagen

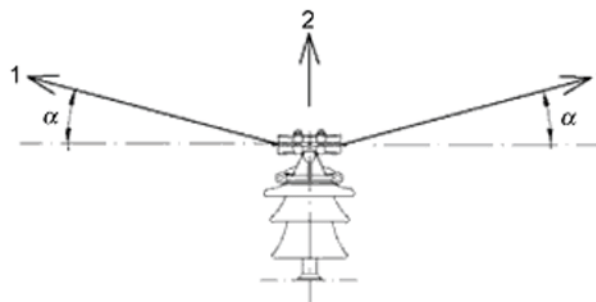
Diese Prüfung stellt sicher, dass der Leiter in der Klemme sowohl bei Hochzug als auch bei seitlicher Kraft entsprechend der Tabelle 1 ohne Beschädigung oder Rutschen sicher gehalten wird.

7.5.6.2 Prüfanordnung

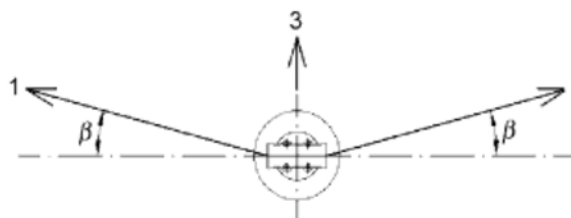
Die Klemme muss für das kunststoffumhüllte Freileitungsseil ausgelegt sein. Die Prüfung muss wie folgt ausführt werden (siehe Bild 4a oder 4b).

Tabelle 1 – Festgelegte Mindestkräfte

Querschnitt S mm^2	Festgelegte Mindestseitenkraft $R2$ N
$25 \leq S \leq 35$	1 400
$35 < S \leq 70$	3 300
$70 < S \leq 120$	3 900
$120 < S \leq 185$	4 900
$185 < S$	5 500



a) – Hochzugkraftprüfung



b) – Seitenkraftprüfung

Legende

- 1 Prüfkraft (T)
- 2 Hochzugkraft ($R1$)
- 3 Seitenkraft nach Tabelle 1 ($R2$)
- α Hochzugwinkel
- β Seitenwinkel

Bild 4 – Hochzug- und Seitenkraftprüfung

7.5.6.3 Durchführung

- a) Für die Hochzugprüfung: Das kunststoffumhüllte Freileitungsseil muss in einer Zugprüfmaschine montiert werden. Dann muss eine Zugkraft einwirken, bis die Hochzugkraft $R1$ den Wert 2 000 N erreicht. Der Winkel α muss kleiner als 15° sein.
- b) Für die Seitenkraftprüfung: Das kunststoffumhüllte Freileitungsseil muss in einer Zugprüfmaschine montiert werden. Dann muss eine Zugkraft entsprechend der Seitenkraft $R2$ auf die Minimalwerte der [Tabelle 1](#) einwirken. Der Winkel β muss kleiner als 15° sein.
- c) Die Tragklemme muss am Leiter während dieser Spannung mit den vom Lieferanten entsprechenden Drehmomenten für Schrauben und Muttern, falls solche angegeben sind, angedreht werden.
- d) Allmählich muss dann die Kraft bis zur festgelegten Mindestseitenkraft erhöht und 60 s lang gehalten werden.

7.5.6.4 Annahmekriterien

Bei oder unterhalb der festgelegten Mindesthub- oder Seitenbelastung darf keine Beschädigung auftreten. Das Anschlussstück muss trotz einiger Verformungen, die auftreten können, nach wie vor sicher am Isolator befestigt sein.

Das Anschlussstück muss entfernt und die Umhüllung des Leitungsseils überprüft werden. Es sollte keine Rissbildung an der Umhüllung aufgetreten sein.

7.5.7 Prüfung der Tragklemmen bei thermischer Beanspruchung

7.5.7.1 Grundlagen

Die Prüfung stellt sicher, dass die Tragklemmen bei hoher Temperatur und unter Einwirkung mechanischer Kräfte ohne Beschädigung und ohne dass der Leiter beschädigt wird, verwendet werden können.

7.5.7.2 Prüfanordnung

Eine Tragklemme muss geprüft werden.

Die Klemme muss für das kunststoffumhüllte Freileitungsseil ausgelegt sein. Die Prüfung muss wie folgt ausführt werden:

- a) Die Tragklemme muss in einer Zugprüfmaschine unter dem größten Winkel montiert werden, wie es in Bild 4b gezeigt wird;
- b) eine konstante Kraft von 15 % der SMFL muss während der Prüfung auf das Bauteil einwirken.

7.5.7.3 Durchführung

- a) Die Kraft muss den festgelegten Wert mit einer Toleranz von $\pm 10\%$ erreichen und muss schließlich 6 h lang gehalten werden.
- b) Der Temperaturwechsel müssen mit einem Strom durch den Leiter erzielt werden.
- c) Die zu prüfende Einheit muss mit 100 Temperaturwechseln, wobei maximal 4 am Tag stattfinden dürfen, beansprucht werden.
- d) Die Kraft muss während der Dauer der Prüfung aufrecht gehalten werden.
- e) Die Bedingungen für jeden Temperaturwechsel sind folgende:
 - Die Anfangstemperatur ist die Umgebungstemperatur.
 - Die Leitertemperatur muss allmählich zur maximalen Betriebstemperatur des Leiters um $\pm 5\text{ K}$ in weniger als 2 h erhöht werden.
 - Diese hohe Temperatur muss 4 h lang gehalten werden.

- Der Leiter und die Tragklemme müssen dann natürlich bis zur Umgebungstemperatur abkühlen, bevor der nächste Temperaturwechsel beginnt.

7.5.7.4 Annahmekriterien

Keine Beschädigung, die die Funktion der Tragklemme oder des Leiters beeinträchtigen könnte, darf vorkommen.

Keine Verletzung der Hülle darf vorkommen, die ihre Funktion beeinträchtigt.

7.5.8 Zugprüfung für Abspannklemmen und zugfeste Verbinder bei Umgebungstemperatur

7.5.8.1 Grundlagen

Zwei Abspannklemmen und/oder ein Verbinder werden geprüft um sicher zu stellen, dass die Abspannklemmen bei hoher Temperatur und unter Einwirkung mechanischer Kräfte ohne Beschädigung und ohne dass der Leiter beschädigt wird verwendet werden können.

7.5.8.2 Prüfanordnung

Zwei Abspannklemmen und/ oder müssen über der Hülle auf einem kunststoffumhüllten Freileitungsseil unter Berücksichtigung der Montageanleitung montiert und in einer Zugprüfmaschine nach Bild 5 eingespannt werden. Die freien Leiterstücke müssen mindestens 500 mm betragen.

Der Abstand zwischen den Klemmen muss mindestens $100 \times d$ sein, wo d der Durchmesser des kunststoffumhüllten Freileitungsseils über der Hülle ist.

Die Prüfung muss bei Umgebungstemperatur stattfinden.



Legende

- 1 min. $100 \times d$
- 2 Länge des freien Leiterendstücks 500 mm

Bild 5 – Zugprüfanordnung

7.5.8.3 Durchführung

Die Kraft muss auf 20 % der SMFL gesteigert werden. Danach muss der Leiter beim Austritt aus den Klemmen und/oder dem Verbinder markiert werden.

Die Kraft muss allmählich (mit einer Geschwindigkeit zwischen 1 000 – 7 500 N/min) bis zu 60 % der SMFL der Baueinheit gesteigert und dann 60 s lang gehalten werden.

Ohne Nachjustierung des Bauteils darf die Kraft in nicht weniger als 30 s bis zur SMFL stetig erhöht werden. Diese Kraft muss schließlich 60 s gehalten werden.

Ohne Nachjustierung wird dann die Kraft stetig bis zum Bruch erhöht. Dieser Wert wird dann aufgezeichnet.

7.5.8.4 Annahmekriterien

Die Prüfung ist bestanden, wenn der Rutschweg des Leiters relativ zur Klemme kleiner als 3 mm ist und keine Beschädigung der Klemme und des kunststoffumhüllten Freileitungsseils unterhalb der SMFL geschieht, wobei die $SMFL = 0,80 \times MBL$ ist. Wenn zwischen Kunde und Hersteller vereinbart, kann die SMFL für Verbinder höher sein als $0,80 \times MBL$.

ANMERKUNG Für diese Prüfung ist die SMFL abhängig von der Griffigkeit der Klemme und von der Reibung zwischen der Hülle und der metallischen Oberfläche des Leiters.

7.5.9 Zugprüfung für Abspannklemmen bei niedriger Temperatur

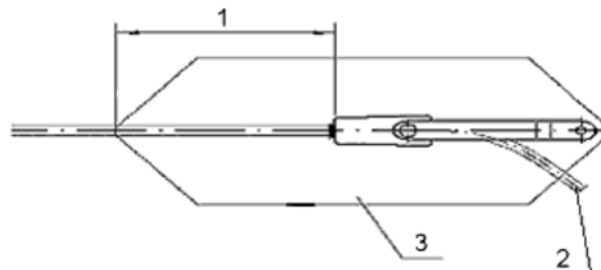
7.5.9.1 Grundlagen

Die Abspannklemmen müssen einer konstanten Kraft, während eine Klemme und der Leiter in der Nähe der Klemme bei niedriger Temperatur gehalten werden, unterworfen werden. Die Prüfung stellt sicher, dass das kunststoffumhüllte Freileitungsseil nicht durch die Klemme rutscht und dass die Klemme unbeschädigt bleibt.

7.5.9.2 Prüfanordnung

Zwei Abspannklemmen müssen über der Hülle auf einem kunststoffumhüllten Freileitungsseil unter Berücksichtigung der Montageanleitung montiert und in einer Zugprüfmaschine nach Bild 5 eingespannt werden. Die Bauteile müssen in einem kalten Temperaturbereich montiert werden, wie es in Bild 6 gezeigt ist: Die freien Leiterendstücke müssen mindestens 500 mm betragen, falls durchführbar.

Zusammenbau und Zugversuch können in verschiedenen Räumen erfolgen.



Legende

- 1 300 mm
- 2 Länge der freien Leiterendstücke 500 mm
- 3 Niedrigtemperaturbereich

Bild 6 – Anordnung des Niedrigtemperaturbereichs

7.5.9.3 Durchführung

Der Abstand zwischen den Klemmen muss mindestens $100 \times d$ betragen, wobei d der Durchmesser des kunststoffumhüllten Freileitungsseils mit der Hülle ist.

Die Prüfung muss mit einer statischen Kraft von $0,7 \times MBL$ ausgeführt werden.

Schließlich muss eine Abspannklemme und ein 300-mm-Bereich des Leiters bis $(-10 \pm 3) ^\circ\text{C}$ für eine Stunde, während die Zuglast bei $\pm 10 \%$ gehalten wird, gekühlt bleiben. Siehe Bild 5 und Bild 6. Besondere nationale Bedingungen sind in Anhang D aufgeführt.

Für den Einsatz in Gebieten mit tiefen Temperaturen mögen -10 °C nicht ausreichend sein. Dann kann das Bauteil in Übereinstimmung zwischen Käufer und Lieferant bei tieferen Temperaturen geprüft werden. Eine solche gewählte Prüftemperatur muss dann im Prüfbericht erwähnt werden.

Bevor das 24-h-Zeitintervall beginnt, muss der Leiter beim Austritt aus der Klemme gekennzeichnet werden. Diese Kennzeichnung muss zum Messen des Rutschwegs dienen. Die Kennzeichnung muss bei einer Zugkraft von 20 % der SMFL angebracht werden.

Nach dem Einbau in eine Zugprüfmaschine muss der Leiter mit einer Kraft gespannt werden, die zwischen Käufer und Lieferant vereinbart wurde.

Bei der Montage der Klemmen müssen Schrauben und Muttern mit den vorgesehenen Drehmomenten angedreht werden.

Die Abspannklemme muss bei der festgelegten Mindestrutschlast, die zwischen Käufer und Lieferant vereinbart ist, 24 h bei $(-10 \pm 3)\text{ °C}$ gehalten werden.

Nach 24 h ist eine allmähliche Erhöhung der Last vorzunehmen, bis der Leiter in der Abspannklemme zu rutschen beginnt oder $0,7 \times \text{MBL}$ erreicht wird.

7.5.9.4 Annahmekriterien

Kein Rutschen von mehr als 3 mm darf unterhalb der festgelegten Mindestrutschlast erfolgen. Keine Beschädigung darf die korrekte Funktion der Klemme beeinträchtigen, nachdem $0,7 \times \text{MBL}$ erreicht wurden.

7.5.10 Zugprüfung der Abspannklemmen bei hoher Temperatur

7.5.10.1 Allgemein

Das ist eine Temperaturwechselprüfung mit der maximalen Betriebstemperatur des Leiters (siehe EN 50397-1:2020, Tabelle 1).

7.5.10.2 Grundlagen

Die Prüfung stellt sicher, dass die Abspannklemmen bei hoher Temperatur und unter Einwirkung mechanischer Kräfte ohne Beschädigung und ohne, dass der Leiter beschädigt wird, verwendet werden können.

Die festgelegte Mindestrutschlast muss zwischen Käufer und Lieferant vereinbart werden.

7.5.10.3 Prüfanordnung

Zwei Abspannklemmen müssen geprüft werden.

Die Klemme muss für das kunststoffumhüllte Freileitungsseil ausgelegt sein. Die Prüfung muss wie folgt ausführt werden:

- Die Klemmen müssen in einer Zugprüfmaschine montiert werden; siehe Bild 5.
- Eine konstante mechanische Kraft muss während der Prüfung eingestellt werden. Diese Kraft muss zwischen Käufer und Lieferant vereinbart werden.
- Die freien Leiterendstücke müssen ca. 500 mm lang sein und außerhalb der Klemme für den Anschluss an eine Stromquelle dienen.

7.5.10.4 Durchführung

- Diese Kraft muss um $\pm 10\%$ eingestellt werden und muss innerhalb eines Zeitraums von 6 h bei Umgebungstemperatur einwirken.

- b) Der Temperaturwechsel muss mit einem Strom durch den Leiter erreicht werden.
- c) Die zu prüfende Einheit muss 100 Temperaturwechseln max. viermal am Tag unterworfen werden.
- d) Die Kraft muss während der ganzen Prüfungsdauer einwirken.
- e) Die Bedingungen für jeden Temperaturwechsel müssen wie folgt sein:
 - Die Anfangstemperatur ist die Umgebungstemperatur.
 - Die Leitertemperatur muss allmählich zur maximalen Betriebstemperatur des Leiters um ± 5 K in weniger als 2 h erhöht werden.
 - Diese hohe Temperatur muss 4 h lang gehalten werden.
 - Der Leiter und die Tragklemme müssen dann natürlich bis zur Umgebungstemperatur abkühlen, bevor der nächste Temperaturwechsel beginnt.
 - Die Temperatur muss unterhalb der Hülle am Leiter mit einem Thermoelement gemessen werden. Dieses Thermoelement muss zwischen den Drähten der äußeren Lage des Leiters unter der Hülle positioniert werden.

7.5.10.5 Annahmekriterien

Keine Beschädigung, die die Funktion der Tragklemme oder des Leiters beeinträchtigen könnte, darf vorkommen.

Keine Verletzung der Hülle darf vorkommen.

Falls der Leiter rutscht, darf es nicht mehr als 20 mm sein.

7.5.11 Schraubenanziehprüfung

7.5.11.1 Für Abspann- und Tragklemmen

7.5.11.1.1 Grundlagen

Diese Prüfung gilt für Abspann- und Tragklemmen.

Diese Prüfung stellt sicher, dass Muttern und Schrauben, die den Druck der Klemme auf das kunststoffumhüllte Freileitungsseil einleiten, nicht beschädigt bzw. während des Betriebs die Klemme nicht beschädigen werden.

7.5.11.1.2 Prüfanordnung

Zwei Klemmen müssen geprüft werden.

Die Prüfung muss bei Umgebungstemperatur erfolgen.

Die Klemme muss für das kunststoffumhüllte Freileitungsseil ausgelegt sein.

Die Schrauben und/oder Muttern müssen entsprechend der Montageanweisung des Lieferanten angedreht werden.

7.5.11.1.3 Durchführung

Das Drehmoment muss auf das 1,1-Fache des festgelegten Drehmoments erhöht werden.

Die Schrauben und/oder Muttern müssen dann gelöst werden, bis sie keinen Druck auf den Leiter mehr ausüben und die Klemme leicht geöffnet werden kann.