

DIN EN 50389

ICS 49.060

**Raumfahrt-Produktsicherung –
Lötfreie elektrische Drahtverbindungen hoher Zuverlässigkeit;
Deutsche Fassung EN 50389:2005**

Space product assurance –
Wire-wrapping of high-reliability electrical connections;
German version EN 50389:2005

Conformité des produits spatiaux –
Connexion par enroulement des connexions électriques de haute fiabilité;
Version allemande EN 50389:2005

Gesamtumfang 32 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2005-08-01 angenommene EN 50389 gilt als DIN-Norm ab 2006-05-01.

Nationales Vorwort

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

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 684 „Process Management for Avionics“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen 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.

Raumfahrt-Produktsicherung
Lötfreie elektrische Drahtverbindungen hoher Zuverlässigkeit

Space product assurance
Wire-wrapping of high-reliability electrical
connections

Conformité des produits spatiaux
Connexion par enroulement des connexions
électriques de haute fiabilité

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2005-08-01 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 elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2005 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 50389:2005 D

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde ausgearbeitet von dem Technischen Komitee CENELEC TC 107X „Process management for avionics“ (former CENELEC BTTF 93-1).

Der Text des Entwurfs wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2005-08-01 als EN 50389 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): 2006-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2008-08-01

Sie basiert auf einer früheren Version¹⁾, die von der ECSS-Normungsarbeitsgruppe „Produktsicherung“ ausgearbeitet, vom Technischen ECSS-Ausschuss überprüft und vom ECSS-Lenkungsgremium verabschiedet wurde. Die Europäische Kooperation für Raumfahrtnormung (ECSS) ist eine Kooperation der Europäischen Raumfahrtagentur, nationaler Raumfahrtagenturen und europäischer Industrievereinigungen mit dem Ziel der Ausarbeitung und Pflege von einheitlichen Normen.

Diese Europäische Norm gehört zu einer Reihe von Raumfahrtnormen, die sich mit dem Management, der Technik (Engineering) und der Produktsicherung in Raumfahrtprojekten und -anwendungen befassen.

Diese Europäische Norm formuliert Anforderungen als Festlegungen dessen, was erreicht, und weniger, wie die erforderliche Arbeit organisiert und durchgeführt werden soll. Dadurch können bestehende Organisationsstrukturen und -methoden beibehalten werden, wo sie effektiv sind, und sich weiterentwickeln, soweit erforderlich, ohne die Normen neu abfassen zu müssen.

Bei der Abfassung dieser Europäischen Norm wurde die vorliegende EN ISO 9000-Normenreihe berücksichtigt.

¹⁾ ECSS-Q-70-30A.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Abkürzungen	7
4 Vorbereitung	8
4.1 Risiken, Gesundheitsschutz und Sicherheitsmaßnahmen	8
4.2 Sauberkeit	8
4.3 Umgebungsbedingungen	8
4.4 Beleuchtung	8
4.5 Überprüfung von Prozess und Proben	8
4.6 Reinigung	9
4.7 Werkzeuge und Geräte	9
4.8 Prüfung des Werkzeugs	11
4.9 Zertifizierung des Drahtwickelprozesses	11
4.10 Messgeräte	12
5 Werkstoffe	12
5.1 Draht	12
5.2 Wickelstift	13
5.3 Kombinationen Draht-Wickelstift	15
6 Herstellung der Wickelverbindungen	15
6.1 Vorbereitung	15
6.2 Herstellung	15
6.3 Angaben zu Wickelverbindungen	17
7 Prüfung	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Ausführung	19
7.3 Abzugskraft	19
7.4 Abwickelprüfung	20
7.5 Elektrischer Durchgangswiderstand	21
7.6 Prüfung der Gasdichtheit	22
7.7 Metallographische Untersuchung	22
7.8 Prüfbericht	23
8 Annahmekriterien	23
8.1 Sichtprüfung	23
8.2 Funktionsprüfung	25

	Seite
9 Qualitätssicherung	25
9.1 Allgemeines	25
9.2 Aufzeichnungen	25
9.3 Fehler	27
9.4 Kalibrierung	27
9.5 Rückverfolgbarkeit	27
9.6 Ausführungsstandards	27
9.7 Schulung und Zertifizierung von Wickel- und Prüfpersonal	27
9.8 Überwachung	27
10 Eignungsprüfung	28
10.1 Allgemeines	28
10.2 Temperaturwechselbeanspruchung	28
10.3 Schwingungsbeanspruchung	28
Anhang A (informativ) Tagesprotokoll zur Prozessüberwachung durch Prüfung von Wickelverbindungen	29
Literaturhinweise	30

Bilder

Bild 1 – Wickelverbindung mit Volldraht auf einem quadratischen Wickelstift	6
Bild 2 – Zugelassene Wickelwerkzeuge (Beispiele)	10
Bild 3 – Handabwickelwerkzeuge	11
Bild 4 – Mindestwickellänge auf dem Wickelstift für jeden Drahtdurchmesser	14
Bild 5 – Abmessungen der Wickelstifte und Mindestwickellänge für jede Stiftgröße	14
Bild 6 – Herstellung einer Wickelverbindung	16
Bild 7 – Lage und Gleichmäßigkeit von Wickelverbindungen	17
Bild 8 – Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Abzugskraft	20
Bild 9 – Prüfung des elektrischen Durchgangswiderstands der Verbindung	21
Bild 10 – Aussehen der Probe nach der Prüfung auf Gasdichtheit	22
Bild 11 – Typischer Querschnitt durch eine Wickelverbindung (64fache Vergrößerung)	23
Bild 12 – Fehlerhafte Wickelverbindungen, die nachgearbeitet werden müssen	24
Bild 13 – Qualitätssicherungsprozess beim Wickeln	26

Tabellen

Tabelle 1 – Kombinationen Drahtstärke-Wickelstift	15
Tabelle 2 – Mindestanzahl von Drahtwindungen auf dem Wickelstift	18
Tabelle 3 – Mindestabzugskraft	20
Tabelle 4 – Prüfstrom zur Bestimmung des elektrischen Durchgangswiderstands einer Verbindung	21

Einleitung

Diese Norm legt Anforderungen und Maßnahmen für die Qualitätssicherung bei der Herstellung von lötfreien Drahtwickelverbindungen hoher Zuverlässigkeit aus galvanisch versilbertem rundem Volldraht und mit entsprechenden galvanisch vergoldeten Wickelstiften fest. Anforderungen an die Gerätekonstruktion (z. B. Abstände und Montage von Wickelstiften) sind in dieser Norm nicht enthalten.

Diese Norm befasst sich mit den mechanischen und elektrischen Eigenschaften solcher Verbindungen unter Hochvakuum sowie dem Verhalten bei Temperaturwechselbeanspruchung und Schwingungen, wie sie bei Raumflügen auftreten.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Verfahren zur Herstellung und Montage der mit lötfreien Drahtwickelverbindungen (im Folgenden kurz „Wickelverbindungen“) zu verbindenden Teile und enthält Angaben zur Auswahl, Kalibrierung, zum Gebrauch und zur Zertifizierung von Wickelwerkzeugen.

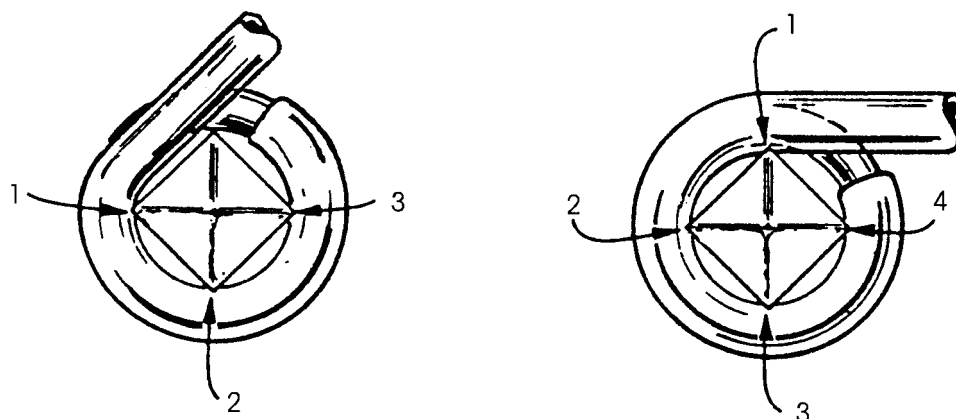
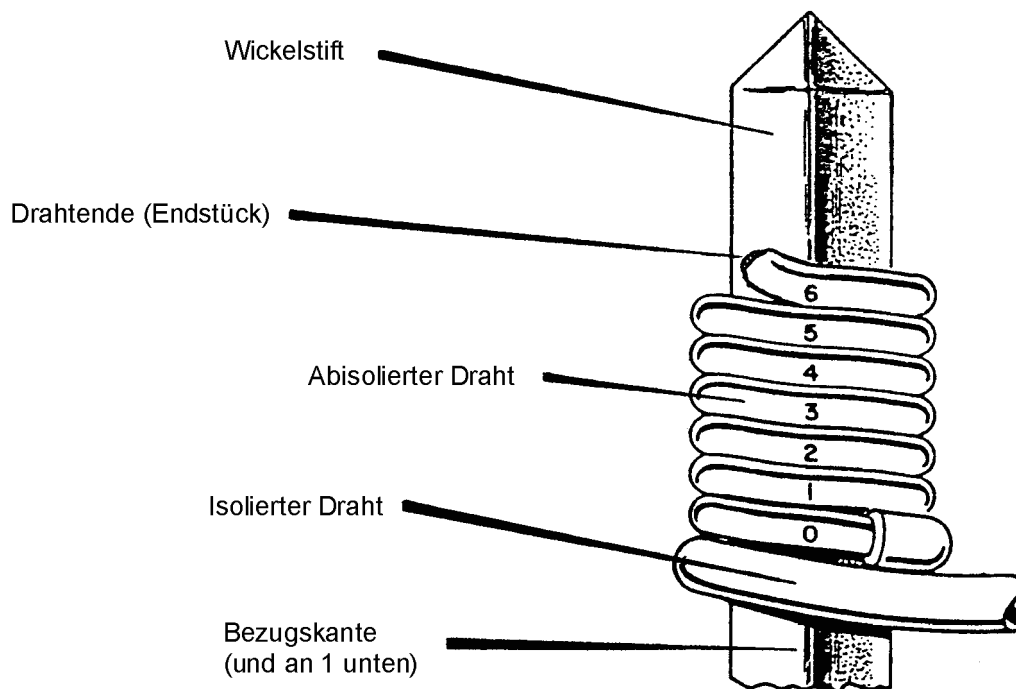
Bild 1 zeigt eine den Anforderungen entsprechende Wickelverbindung.

Wickelverbindungen entsprechen Verbindungen der „Klasse A (empfohlen)“ oder „modifizierten“ Verbindungen, wie sie in MIL-STD-1130 und NASA NHB 5300.4(3H) festgelegt sind.

Diese Norm gilt nur für geprüfte und qualifizierte Wickelverbindungen und bezieht sich auf vier Drahtstärken (AWG 24 bis AWG 30) und drei Stiftgrößen (mit einem Diagonalmaß von maximal 1,78 mm).

Die Verwendung von dickerem Draht und größeren Wickelstiften wird nicht empfohlen. Bei Drahtdurchmessern von mehr als AWG 24 wird im Allgemeinen Litze mit Lötverbindungen (siehe ECSS-Q-70-08) oder Crimpverbindungen (siehe ECSS-Q-70-26) verwendet.

Anforderungen an die Schulung und Zertifizierung von Wickel- und Prüfpersonal sind in 9.7 und in EN 13291-1 festgelegt.



Zeigt 3 bzw. 4 Kanten, die mit der Isolierung des Drahts über mindestens $\frac{1}{4}$ Windungen in Berührung stehen

Bild 1 – Wickelverbindung mit Volldraht auf einem quadratischen Wickelstift

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. 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 13291-1, *Luft- und Raumfahrt – Raumfahrtproduktsicherung – Allgemeine Anforderungen – Teil 1: Grundsätze und Verfahrensweise*

EN 13291-2, *Luft- und Raumfahrt – Raumfahrtproduktsicherung – Allgemeine Anforderungen – Teil 2: Qualitätssicherung*

EN 13701, *Raumfahrttechnik – Glossar*

EN 14097, *Raumfahrtproduktsicherung – Nichtkonformitäts-Kontrollsystem*

ECSS-Q-70-02, *Space product assurance – Thermal vacuum outgassing test for the screening of space materials*

ESA/SCC Nr. 3903, *Solid wires, electrical 350 V, for wire wrapping*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Begriffe nach EN 13701 und folgende Begriffe.

3.1.1

Wickelverbindung

durch Wickeln eines vollständig abisolierten und um einen Wickelstift eng gewickelten massiven Drahts hergestellte mechanisch und elektrisch stabile Verbindung

ANMERKUNG Die Anzahl der erforderlichen Windungen hängt von der verwendeten Drahtstärke ab. Eine fertige Wickelverbindung besitzt eine zusätzliche (mindestens 3/4-)Windung aus isoliertem Draht, der mit mindestens drei Kanten des Wickelstifts in Berührung steht (siehe Bild 1).

3.1.2

Wickelstift

üblicherweise quadratischer oder rechteckiger Stift, auf den der Draht zur Herstellung einer Verbindung gewickelt ist

3.1.3

Drahtwindung

besteht aus einem einzelnen Leiter, der wendelförmig 360° um einen Wickelstift (im Folgenden kurz „Stift“) gewickelt ist und alle vier Kanten des Stifts berührt

ANMERKUNG Die Anzahl der Windungen ist als Anzahl der Umläufe des abisolierten Drahts von der zweiten bis zur letzten Berührung der Bezugskante durch den Draht definiert.

3.1.4

Bezugskante

Kante des Wickelstifts, an der der abisolierte Draht seine erste Berührungsstelle hat und von der ab die Anzahl der Drahtwindungen gezählt wird

3.1.5

Drahtende (Endstück)

Ende der letzten Drahtwindung, das in tangentialer Richtung über die Berührungsstelle hinausragt und nicht am Stift anliegt

3.1.6

gasdichte Kontaktzone

Kontaktzone zwischen Wickelstift und Draht, die gasdicht ist

3.2 Abkürzungen

In dieser Europäischen Norm werden folgende Abkürzungen verwendet:

AWG	American Wire Gauge	Drahtdurchmesser (US-Bezeichnung)
ECSS	European Cooperation for Space Standardization	Europäische Kooperation für Raumfahrt-Normung

4 Vorbereitung

4.1 Risiken, Gesundheitsschutz und Sicherheitsmaßnahmen

Dem Gesundheitsschutz und den Sicherheitsmaßnahmen ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

- a) Risiken für Personal, Geräte und Werkstoffe sind zu überwachen und möglichst gering zu halten;
- b) Bauelemente, Werkzeuge und Bedienelemente sind so zu lagern bzw. aufzubewahren, dass das Personal keinen Risiken (z. B. elektrischem Schlag, Schnittkanten, scharfkantigen Stellen oder giftigen Dämpfen) ausgesetzt ist;
- c) pneumatisch betriebene Wickelwerkzeuge sind mit geregelter, ölhaltiger und gefilterter Luft zu versorgen und bei Nichtgebrauch außer Betrieb zu nehmen.

4.2 Sauberkeit

- a) Abgesehen von Reinräumen sind Bereiche, in denen das Drahtwickeln erfolgt, in sauberem und ordentlichem Zustand zu halten; es darf kein loses Material (z. B. Schmutz, Staub, Öl oder Drahtreste) vorhanden sein, das zu einer Verunreinigung der Wickelverbindung führen kann. Die Möblierung des Arbeitsbereichs muss sparsam und so ausgeführt sein, dass der Fußboden leicht und gründlich gereinigt werden kann.
- b) Arbeitsflächen sind mit einer leicht zu reinigenden harten Oberfläche zu versehen oder müssen eine auswechselbare Oberfläche aus sauberem, nichtkorrosivem silikonfreiem Papier besitzen.
- c) Beim Drahtwickeln verwendete Werkzeuge müssen sauber sein. Vor Beginn des Drahtwickelns sind überschüssige Schmiermittel zu entfernen.
- d) Vor der Montage sind Draht und Wickelstifte durch Sichtprüfung auf Sauberkeit, das Fehlen eines Ölfilms und auf Anlaufen oder Korrosion zu untersuchen.

4.3 Umgebungsbedingungen

Die Umgebungsbedingungen für den Arbeitsbereich müssen geregelt sein, um das Eindringen von Verunreinigungen zu verhindern:

- die Raumtemperatur muss $(22 \pm 3) ^\circ\text{C}$,
- die relative Luftfeuchte $(55 \pm 10) \%$

betragen.

Arbeitsplätze müssen frei von Zugluft sein. Frischluft ist dem Raum über ein Filtersystem zuzuführen, so dass gegenüber den Nachbarräumen ein Überdruck herrscht; deshalb ist die Entlüftung zu regeln.

4.4 Beleuchtung

Die Helligkeit auf der Arbeitsfläche muss mindestens 1 080 lx betragen. Mindestens 90 % des Arbeitsbereichs müssen schattenfrei und ohne starke Reflexionen sein.

4.5 Überprüfung von Prozess und Proben

Um eine Erfüllung der Anforderungen des Kunden sicherzustellen und mögliche Probleme zu identifizieren, muss der Lieferant die für den Einsatz vorgesehenen Werkzeuge, Werkstoffe und Verfahren überprüfen. Diese Überprüfung muss sich sowohl auf die einzelnen Herstellungsschritte beziehen wie auch die Maße und metallurgischen Eigenschaften von Wickelstift und Draht umfassen, so dass sichergestellt ist, dass sie für die Herstellung von Wickelverbindungen geeignet sind. Besonders ist auf die Wahl geeigneter Werkzeuge (wie motorgetriebene Wickelwerkzeuge, Einsätze und Hülsen) zu achten, da die Qualität einer Wickelverbindung in hohem Maße von der Wartung und Einstellung der Schneid-, Abisolier- und Wickelwerkzeuge abhängt.

Die Arbeit ist so zu organisieren und zu steuern, dass Werkzeugeinsätze und Aufnahmehülsen nicht verwechselt werden können.