

DIN EN 3371

ICS 49.060

**Luft- und Raumfahrt –
Elektrische Masseverbindung –
Technische Lieferbedingungen;
Deutsche und Englische Fassung EN 3371:2019**

Aerospace series –
Electrical bonding –
Technical specification;
German and English version EN 3371:2019

Série aérospatiale –
Métallisation –
Spécification technique;
Version allemande et anglaise EN 3371:2019

Gesamtumfang 35 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie — Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (EN 3371:2019) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Elektrotechnik, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-04-01 AA „Elektrische Bordnetze“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt —
Elektrische Masseverbindung —
Technische Lieferbedingungen

Aerospace series —
Electrical bonding —
Technical specification

Série aérospatiale —
Métallisation —
Spécification technique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. Januar 2019 angenommen.

Die CEN-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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute 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.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Primäre Masseverbindung	5
4.1 Hauptstruktur	5
4.2 Abnehmbare Teile	5
4.3 Gelenkteile	6
4.4 Treibstofftankabdeckungen und -löcher	6
4.5 Motoren und Hilfsanlassereinheit	6
4.6 Nichtmetallische Außenseitenteile	6
4.7 Hervorstehende Teile an der Außenseite	6
4.8 Masseanschlüsse	6
5 Sekundäre Masseverbindung	7
5.1 Rückleitung von elektrischen Strömen durch die Struktur	7
5.2 Erdung (en: grounding) zur Vermeidung der Gefahr eines elektrischen Schlags	7
5.3 Ableitung von elektrostatischen Ladungen	7
5.3.1 Treibstoffleitungen	8
5.3.2 Hydraulikleitungen	8
5.3.3 Flugsteuerungen und verschiedene mechanische Steuerungen	8
5.3.4 Klimatisierungs-, Druckluft- und Geschwindigkeitsmesskreise	8
5.3.5 Sauerstoffleitungen	9
5.3.6 Außenfläche des Luftfahrzeugs	9
5.4 Erdung (en: grounding) der Ausrüstung, um Störungen zu vermeiden	9
5.4.1 In Räumen oder Geräteeinschüben montierte Ausrüstungen	9
5.4.2 Sonstige Bauelemente	9
6 Messverfahren und Grenzwerte für den Masseverbindungswiderstand	9
6.1 Messungen der primären Masseverbindung	9
6.2 Messung von sekundären Masseverbindungen	12
6.2.1 Rückleitung von Hauptströmen auf die Luftfahrzeugstruktur	12
6.2.2 Rückleitung von nicht zum Hauptstrom gehörenden Strömen auf die Luftfahrzeugstruktur	12
7 Messungen in Bezug auf die Ableitung von elektrostatischen Ladungen	13
8 Messungen in Bezug auf verschiedene Masseverbindungen	15
8.1 Oberflächenwiderstand von antistatisch behandelten Oberflächen	15
8.2 Basis von statischen Entladern	15
8.3 Erdung (en: earthing) des Luftfahrzeugs	16

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 3371:2019) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2020 zurückgezogen werden.

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

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Bei der Erarbeitung dieses Dokuments wurde STANAG 3659 berücksichtigt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Eigenschaften sowie die Verifizierung von Masseverbindungen in elektrischen Bordnetzen von Luftfahrzeugen fest.

Sie beziehen sich im Wesentlichen auf Anforderungen bezüglich der Auswirkungen von Blitzen, Rückströmen und elektromagnetischen Störungen sowie auf die Ansammlung von elektrostatischen Ladungen und die Stromschlaggefahr für Personen.

Diese Norm gibt die höchsten zulässigen Widerstandswerte an, die, in Abhängigkeit von der Installation, eine gute Leitfähigkeit der Gesamtstruktur, der gesamten Installation und der Masseanschlussklemmen sicherstellen; diese Werte müssen den ordnungsgemäßen Betrieb der Systeme sicherstellen.

Die Regeln für die Installation sind in EN 3197 festgelegt.

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 3197, *Luft- und Raumfahrt — Konstruktion und Installation elektrischer und optischer Verkabelung in Luftfahrzeugen*

STANAG 3659, *Electrical bonding requirements for metallic aircraft systems*¹

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

3.1 Chassis
stellt die Gesamtheit der elektrisch miteinander verbundenen Metallteile einer Auflage oder eines Ausrüstungsteils dar, deren Potential im Allgemeinen das Bezugspotential darstellt (Erde „0“ Volt)

1 Veröffentlicht von: NATO EU Mil. — National (US) Mil. North Atlantic Treaty Organization
<http://www.nato.int/docu/standard.htm>

3.2

Masseverbindung

Verfahren, bei dem Metallteile so miteinander verbunden werden, dass sie einen niederohmigen elektrischen Kontakt für Gleichstrom und niederfrequenten Wechselstrom bilden

Anmerkung 1 zum Begriff: Notwendig, um einen niederohmigen elektrischen Strompfad zu erhalten.

3.3

Erdung

(en: grounding)

Masseverbindung eines Gehäuses, Rahmens oder Chassis eines Ausrüstungsteils mit einer Objekt- oder Fahrzeugstruktur, um ein gemeinsames Potential sicherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Notwendig, um ein gemeinsames Potential zu erhalten und auch um bei hohen elektrischen Fehlerströmen oder durch Blitzschlag verursachten Strömen mit den Hilfsmitteln eines elektrischen Strompfades mit niedrigem Erdungswiderstand, die gleich den Hilfsmitteln für die Masseverbindung sind, ein gemeinsames Potential zu halten.

3.4

Erdung

(en: earthing)

Prozess der Herstellung einer zufriedenstellenden elektrischen Verbindung zwischen der Struktur, einschließlich der Metallhaut, eines Objekts oder Fahrzeugs und der Erdmasse, um ein gemeinsames Potential mit der Erde sicherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Notwendig, um ein gemeinsames Erdpotential zu erhalten.

3.5

Potentialausgleichsverbindung

eine elektrische Verbindung, die zusätzlich zu den anderen Teilen die Elemente der Stromerzeugung mit demselben Potential speist

3.6

Kategorie I oder II

Kategorie I oder II wird durch eine Vereinbarung zwischen dem Luftfahrzeughersteller und den amtlichen Stellen bestimmt

4 Primäre Masseverbindung

Diese besteht aus der Gesamtheit der leitenden Teile der Struktur, der Masseverbindungsteile und Leiter, die von erheblicher Energie (Blitzentladungsströmen) durchflossen werden können.

4.1 Hauptstruktur

Bei den Baugruppen, die die Strukturen bilden, handelt es sich im Allgemeinen um gute Leiter, die die Ableitung von statischen Ladungen und Blitzströmen ermöglichen.

Die Strukturen werden im Allgemeinen als Stromrückleitungspfad für die Summe der Ströme auf der elektrischen Bordanlage genutzt (so ist es z.B. bei Strömen kleiner als 300 A üblich, den Widerstand von 0,2 mΩ bis 2 mΩ zwischen 2 (zwei) Punkten in einem Abstand von etwa 30 m zueinander zu messen).

4.2 Abnehmbare Teile

Grundsätzlich müssen Teile (z.B. ungelenkte Zugangsklappen) durch eine signifikante Anzahl an Metallschrauben gehalten werden, um eine gute elektrische Leitfähigkeit sicherzustellen, und dürfen kein Hinzufügen von Masseverbindungsgeflecht erfordern.

Die mit Hilfe von Blattschrauben befestigten Metallteile werden durch geeignete Verfahren (Geflecht, Kontaktarme, Einfügen von leitfähigen Materialien usw.) elektrisch verbunden.

4.3 Gelenkteile

Gelenkteile, die zeitweise oder dauerhaft an der Außenseite des Luftfahrzeugs angebracht sind, wie z.B. Steuerflächen, Türen, Luken, Fahrwerksbeine, müssen unter Berücksichtigung der folgenden 2 (zwei) Punkte ordnungsgemäß elektrisch verbunden sein:

- Die Gelenkverbindung kann aufgrund ihrer Bauweise selbst im Falle einer Schmierung in ausreichendem Maße leitfähig ausgeführt werden, sofern der Kontaktdruck ausreicht.
- Die Gelenkverbindung ist aufgrund der Beschaffenheit ihrer Materialien oder des verwendeten Schutzes nicht leitfähig.

In diesem Falle ist es ratsam, die Masseverbindung durch eine Reihe von Masseverbindungsgeflechten, die für Redundanz sorgen und in den kürzestmöglichen Längen angeordnet sind, um Schleifenbildung oder das Risiko einer Störung während des Betriebs zu vermeiden, oder durch andere geeignete Hilfsmittel sicherzustellen.

4.4 Treibstofftankabdeckungen und -löcher

Die Tankabdeckungen müssen so gestaltet sein, dass auch im Falle eines direkten Blitzeinschlags an diesen Abdeckungen keine Gefahr einer Entzündung von Dämpfen besteht.

Die Betankungs-, Ablass- und Lüftungsöffnungen müssen sorgfältig elektrisch verbunden sein.

4.5 Motoren und Hilfsanlassereinheit

Die gelenkigen Hauptbefestigungen für das Kühlsystem und/oder die Kugelgelenke müssen durch ein Geflecht überbrückt werden, es sei denn, die elektrische Leitfähigkeit zwischen Motor und Struktur wird dauerhaft durch feste Anschlusspunkte sichergestellt.

Die festen oder beweglichen Rohre müssen in Bezug auf den Düsenmotor ebenfalls entweder durch ihre Bauweise oder durch Geflecht elektrisch verbunden sein.

4.6 Nichtmetallische Außenseitenteile

Die nichtmetallischen Bauelemente, besonders in Bereichen, in denen eine hohe Wahrscheinlichkeit von Blitzeinschlägen besteht (Radom, Flügelspitzen und Endpunkte des Höhenruders, der Flosse usw.), müssen vorschriftsmäßig geschützt und elektrisch verbunden sein, um die Ableitung von elektrostatischen Ladungen zu ermöglichen und für einen wirksamen Schutz gegen die Auswirkungen von Blitzen zu sorgen.

4.7 Hervorstehende Teile an der Außenseite

4.7.1 Metallteile, die von der Innenseite kommend an der Außenseite des Luftfahrzeugs vorstehen (z.B. Pitot-Rohr, Entwässerung), müssen an einer Stelle möglichst nahe der Außenhaut des Luftfahrzeugs Masseanschluss an die Struktur haben.

4.7.2 Vorstehende Teile, die an den Bordstromkreis angeschlossen sind (Sensoren, Pitot-Rohre)

Um mögliche Schäden an den elektrischen Bordsystemen des Luftfahrzeugs zu vermindern, ist eine extrem gute Masseverbindung notwendig.

4.8 Masseanschlüsse

Deren Zusammensetzung, Form, Querschnitt und Länge müssen in Bezug auf das zu erzielende Ergebnis (den Mindestwiderstand der Masseverbindung) gewählt werden.

Sie müssen so kurz wie möglich sein.

Die Anschlusspunkte sind so zu wählen, dass die Verbindung möglichst direkt und unter Vermeidung von Schleifenbildung erfolgt.

5 Sekundäre Masseverbindung

Diese Kategorie umfasst mehrere Gruppen:

- Rückleitung von elektrischen Strömen durch die Luftfahrzeugstruktur;
- Erdung (en: grounding) aller Metallteile, die für den ordnungsgemäßen Betrieb des Schutzes der elektrischen Stromkreise erforderlich sind;
- die Ableitwege für elektrostatische Ladungen;
- die Erdung (en: grounding) der elektrischen Schirmung;
- die Entlader von elektrostatischen Ladungen;
- die Erdung (en: earthing) des Luftfahrzeugs am Boden;
- die Erdung (en: grounding) der Ausrüstung zur Vermeidung von elektromagnetischen Störungen.

5.1 Rückleitung von elektrischen Strömen durch die Struktur

Erdung (en: grounding) von Ausrüstung oder Stromkreisen

Besondere Aufmerksamkeit sollte der Qualität des elektrischen Kontakts mit der Struktur gewidmet werden.

Der Teil der Struktur, an dem die Masseverbindung hergestellt wird, muss sorgfältig gewählt werden.

Es ist sicherzustellen, dass die Masseanschlusspunkte eine angemessene Querschnittsfläche haben.

5.2 Erdung (en: grounding) zur Vermeidung der Gefahr eines elektrischen Schlags

Elektrische Schalttafeln oder sonstige Ausrüstungsteile, die für Insassen des Luftfahrzeugs zugänglich sind (Stromkreise mit Spannungen größer als 42 V), müssen elektrisch verbunden werden, um die Gefahr eines elektrischen Schlags zu vermeiden.

Bewegliche Paneele, die sich nicht abnehmen lassen und mit Hilfe von Schrauben oder ähnlichen metallischen Bauelementen befestigt sind, werden nur dann mit Geflecht versehen, wenn der durch diese Befestigungen sichergestellte Kontakt als unsicher oder nicht ausreichend angesehen wird.

5.3 Ableitung von elektrostatischen Ladungen

Eine Ansammlung signifikanter elektrostatischer Ladungen an den verschiedenen Metallteilen oder Isolatoren des Luftfahrzeugs muss durch Sicherstellung der vorschriftsmäßigen Ableitung dieser Ladungen auf die Hauptstruktur des Luftfahrzeugs vermieden werden. Während des Flugs werden die elektrostatischen Ladungen über Entlader abgeleitet.

Die Entlader müssen in ausreichender Anzahl und (aufgrund ihrer möglichen Wechselwirkung mit den Antennenkreisen) an geeigneten Stellen angeordnet sein, um die vorschriftsmäßige Ableitung von gespeicherten elektrostatischen Ladungen in die Atmosphäre sicherzustellen.

Die Erdung (en: earthing) des Luftfahrzeugs am Boden muss mit Hilfe von Massekontakten zur Ableitung der statischen Ladungen erfolgen, es sei denn, die Reifen sind als Leiter ausgelegt.

Die elektrischen und sonstigen Zubehörteile und Ausrüstungen müssen einzeln elektrisch verbunden werden.

5.3.1 Treibstoffleitungen

Die Treibstoffleitungsrohre müssen mit Masseverbindungsgeflecht versehen oder durch ihre Befestigung (Auflagerung, Klemme usw.) elektrisch verbunden sein, wobei die elektrische Leitfähigkeit entweder durch die Befestigung selbst oder durch vor oder nach den Befestigungen angeordnetes Geflecht oder durch ein die Befestigung überbrückendes Geflecht sicherzustellen ist.

Das Betankungszubehör muss elektrisch verbunden und sehr sorgfältig an die Luftfahrzeugstruktur angeschlossen werden.

Für das Tankfahrzeug muss in unmittelbarer Nähe jedes Betankungspunkts ein Luftfahrzeug-Masseanschluss zur Verfügung stehen.

5.3.2 Hydraulikleitungen

Die Hydraulikleitungen sind durch Folgendes zu erden:

- ihre Auflagerungen, sofern diese elektrisch verbunden sind;
- ihre Schottverschraubungen;
- die Ausrüstung, zu der sie führen;
- zusätzliche Anschlüsse, sofern erforderlich.

5.3.3 Flugsteuerungen und verschiedene mechanische Steuerungen

Einheiten, die durch die in der Kabine befindlichen Personen bedient werden (Handgriffe, Pedale, Steueräder, Hebel, Sitz- und Fenstersteuerungen usw.) müssen elektrisch verbunden sein.

5.3.3.1 Druckbeaufschlagter Bereich

Die entlang des Luftfahrzeugumpfes geführten metallischen Bedienelemente können ausschließlich an ihren Endpunkten elektrisch verbunden werden.

Es werden nur die wichtigen der in diesen Baugruppen enthaltenen Teile einzeln mit Masseverbindungsgeflecht versehen oder mittels anderer Hilfsmittel elektrisch verbunden, wodurch deren Erdung an der Struktur sichergestellt wird.

5.3.3.2 Nicht druckbeaufschlagter Bereich

Die Teile im nicht druckbeaufschlagten Bereich müssen der Regelung für primäre Masseverbindung unterliegen.

5.3.4 Klimatisierungs-, Druckluft- und Geschwindigkeitsmesskreise

Die Leitungen sind durch Folgendes zu erden:

- ihre Auflagerung, sofern diese elektrisch verbunden ist;
- deren Anschlüsse, z. B. Schottverschraubungen;
- die Ausrüstung, zu der sie führen;
- zusätzliche Anschlüsse, sofern erforderlich.

5.3.5 Sauerstoffleitungen

Die Masseverbindung des gesamten Kreises mit dem Leitungszubehör und der entsprechenden Ausrüstung muss gründlich ausgeführt werden, um Explosionsrisiken im Falle eines schadhaften Schlauchs oder mangelhafter Masseverbindung zu vermeiden.

5.3.6 Außenfläche des Luftfahrzeugs

Alle nicht leitenden Bauelemente, die die Außenfläche des Luftfahrzeugs bilden, müssen so behandelt werden, dass Ansammlungen von elektrostatischen Ladungen und Störungen der Funkkommunikation und Funknavigation vermieden werden.

5.4 Erdung (en: grounding) der Ausrüstung, um Störungen zu vermeiden

Die Werte müssen von Bodenbezugspunkten oder von der nächstgelegenen Struktur aus genommen werden.

5.4.1 In Räumen oder Geräteeinschüben montierte Ausrüstungen

Die Masseverbindung von in Geräteeinschüben montierten elektrischen Ausrüstungen ist nach mindestens einem der folgenden Verfahren sicherzustellen:

- Auflageflächen der Ausrüstungsgrundplatte und die Gleitflächen des Raums;
- ein Pin des Steckverbinders der Ausrüstung und durch elektrische Kabel mit einem Querschnitt von mindestens 0,60 mm²;
- ein Masseverbindungsgeflecht.

Die Widerstandswerte müssen in Bezug auf die Art des Zusammenbaus und die Länge des mit der Struktur verbundenen Leiterquerschnitts bestimmt werden.

In bestimmten Fällen darf die Leitfähigkeit der Erdung (en: grounding) auch durch Befestigungen an den Klammern, den Führungstiften und mit Hilfe eines Leiters, der die Dämpferlager überbrückt, sichergestellt werden.

5.4.2 Sonstige Bauelemente

Geflechte müssen vorgesehen werden, wenn die Befestigungen nicht für eine gute Verbindung mit der Luftfahrzeugstruktur sorgen.

6 Messverfahren und Grenzwerte für den Masseverbindungswiderstand

Das für die Widerstandsmessung festgelegte Verfahren — an 4 (vier) Punkten — wird angewendet, wenn der stromführende Kreis unabhängig vom Messkreis ist.

6.1 Messungen der primären Masseverbindung

Die in Tabelle 1 und Tabelle 2 angegebenen Messungen der primären Masseverbindung sind an der zusammengebauten Struktur vor der Installation der verschiedenen Systeme vorzunehmen.

Bei den in Tabelle 1 festgelegten Teilen müssen der Strom und die Prüfdauern in Abstimmung mit den Konstruktionsbüros festgelegt werden.

Die Masseverbindungswerte müssen entweder zwischen Punkt A und Punkt B oder vom Bodenbezugspunkt und B ermittelt werden.