

Luft- und Raumfahrt
Elektrische Bordnetze
für Luftfahrzeuge
Masseverbindungen

DIN
29 576
Teil 3

Aerospace; aircraft electrical systems; bonding

Ersatz für Ausgabe 09.89

Aéronautique et espace; réseaux électriques à bord des aéronefs; métallisation

Diese Norm ist anerkannt durch das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung und das Luftfahrt-Bundesamt.

In dieser Norm ist STANAG 3659 berücksichtigt.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	4.2 Elektrische Anforderungen an Massever-	
2 Begriffe	1	bindungen als Ableitung auf Masse-	
2.1 Masse	1	potential	6
2.2 Masseverbindung	1	4.3 Elektrische Anforderungen an Massean-	
2.3 Masseanschlußpunkt	1	schlußpunkte für die Rückleiter von	
2.4 Massebezugspunkt	1	elektrischen Geräten	6
2.5 Erde	2	5 Elektrische Prüfung von Masseverbin-	
2.6 Erdung	2	dungen und Masseanschlußpunkten	7
2.7 Zelle als Träger der Masse	2	5.1 Prüfung von Abschirmungen und Ablei-	
2.8 PE-Leiter	2	tungen elektrostatischer Aufladungen ...	7
2.9 PEN-Leiter	2	5.1.1 Oberflächenwiderstand	7
2.10 Potentialausgleich	2	5.1.2 Elektrischer Reifenwiderstand	7
3 Konstruktive Anforderungen	2	5.2 Prüfung von Masseverbindungen als Ab-	
3.1 Zelle als Träger der Masse	2	leitung auf Massepotential	7
3.1.1 Zelle als Faradaykäfig	2	5.3 Prüfung von Masseanschlußpunkten für die	
3.1.2 Zelle als Träger und Ausgleichsleiter		Rückleiter von elektrischen Geräten ...	7
des Massepotentials	2	5.3.1 Prüfung der Masseanschlußpunkte	7
3.1.3 Zelle als elektrischer Leiter	3	5.3.2 Prüfung der Masseanschlußpunkte zuein-	
3.2 Masseverbindung elektrischer Geräte ...	4	ander	7
3.2.1 Geräteaufbau	4	6 Technische Ausführung	7
3.2.2 Masseverbindung, allgemein	4	6.1 Allgemeines	7
3.2.3 Masseverbindung von Gerätegehäusen	4	6.2 Kontaktflächen	7
3.2.4 Masseverbindung elektrischer Geräte mit		6.3 Masseverbindungen	8
der Zelle als Rückleiter	4	7 Zeichnungsangaben	8
3.2.5 Masseverbindung elektrischer Leitungs-		7.1 Strukturzeichnungen	8
schirme	6	7.2 Einbauzeichnungen	9
4 Elektrische Anforderungen	6	8 Konstruktive Ausführung (Beispiele)	9
4.1 Elektrische Anforderungen an Abschir-		Zitierte Normen	13
mungen und Ableitungen elektrostatischer			
Aufladungen	6		

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist für die Ausführung und Prüfung von Masseverbindungen in elektrischen Bordnetzen für Luftfahrzeuge anzuwenden.

2 Begriffe**2.1 Masse**

Die Gesamtheit der untereinander elektrisch leitend verbundenen Metallteile eines Geräteträgers (Systems) oder eines Gerätes, deren Potential in der Regel das Bezugspotential darstellt.

2.2 Masseverbindung

Elektrisch leitende Verbindung zur Masse.

2.3 Masseanschlußpunkt

Anschlußpunkt von Masseverbindungen.

2.4 Massebezugspunkt

Meßbezugspunkt für die Masseanschlußpunkte.

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Normenstelle Luftfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

2.5 Erde

Leitfähiges Erdreich, dessen elektrisches Potential an jedem Punkt vereinbarungsgemäß gleich Null gesetzt wird.

2.6 Erdung

Gesamtheit aller Mittel und Maßnahmen zur Erdung.

2.7 Zelle als Träger der Masse

Die elektrisch leitenden Teile der Zelle sind Träger der Masse. In diesem Zusammenhang ist die Zelle zu sehen als:

- Faradaykäfig zur Schirmung

äußerer elektrischer Felder nach innen einschließlich äußerer elektrischer Stoßwellen,

innerer elektrischer Felder nach außen.

- Träger und Ausgleichsleiter des Massepotentials zur Ableitung

elektrostatischer Aufladung von Zellenteilen und Gerätegehäusen

elektromagnetisch induzierter Potentiale von Gerätegehäusen und Schirmungen

- Anschlußstelle zum Ausgleich des Massepotentials mit Erde.

- Elektrischer Leiter zur

Ableitung und Übertragung hoher Stromstöße bei wetterbedingten Entladungen (Blitzschlag)

Rückleitung der elektrischen Energie bei Gleichstrom als der Minus-Leiter bei einphasigem Wechselstrom als der Null-Leiter bei dreiphasigem Wechselstrom als der Leiter des herausgeführten Sternpunktes

2.8 PE-Leiter

Elektrischer Leiter, der für Schutzmaßnahmen zur Ableitung gefährlicher Körperströme nach Masse erforderlich ist. Schutzleiter nach DIN VDE 0100 Teil 200.

2.9 PEN-Leiter

Elektrischer Leiter, der zugleich die Funktion des Schutzleiters (PE) und des Neutralleiters (N) erfüllt.

2.10 Potentialausgleich

Elektrische Verbindung, die Körper elektrischer Betriebsmittel und andere Teile auf gleiches oder annähernd gleiches Potential bringt.

3 Konstruktive Anforderungen

3.1 Zelle als Träger der Masse

Voraussetzung für die störungsfreie Funktion eines elektrischen Bordnetzes ist ein homogenes Massepotential.

Bedingungen hierfür sind:

- geringer ohmscher Widerstand der Zelle
- geringer induktiver Widerstand der Zelle
- großer elektrisch wirksamer Querschnitt der Zelle

Anmerkung: Massepotentialunterschiede können entstehen durch hohe Ströme über die Zelle z. B. infolge

- wetterbedingter Entladung (Blitzschlag)
- Kurzschluß im elektrischen Bordnetz

3.1.1 Zelle als Faradaykäfig

Auf der gesamten Oberfläche des Luftfahrzeuges soll ein einheitliches elektrisches Potential bestehen. Dazu sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Elektrisch leitfähige Teile, die beweglich außerhalb an die Zelle angebaut sind, müssen mit der Zelle eine ausreichende elektrisch leitende Verbindung haben.

- Bei elektrisch nicht leitfähigen Teilen, die zur Unterbrechung der elektrisch leitenden Oberfläche führen, z. B. Radom, Windschutzscheibe und Kabinendach, sollen, und Zellen aus faserverstärktem Kunststoff müssen geeignete Maßnahmen zum Ausgleich des elektrischen Potentials zur leitenden Masse hin getroffen werden.

- Lack- und Farbanstriche auf der Oberfläche müssen, wenn sie nicht elektrisch leitfähig sind, eine geringe Aufladungseigenschaft und/oder eine geringe Entladezeitkonstante haben.

- Die statische Aufladung soll abgeleitet werden: während des Fluges: durch Ableiter (z. B. Bürsten oder Nullfeldentlader) an zu bestimmenden extremen Punkten des Luftfahrzeuges

bei der Landung: durch leitende Reifen

im Stand: durch Erdung des Luftfahrzeuges am Erdanschlußpunkt,

beim Betanken durch besondere Potentialausgleichsverbindungen in unmittelbarer Nähe des Tankfüllstutzens zur Betankungsanlage.

3.1.2 Zelle als Träger und Ausgleichsleiter des Massepotentials

Elektrisch leitfähige Teile eines Luftfahrzeuges sind auf kürzestem Wege mit der Zelle elektrisch leitend zu verbinden, ausgenommen diejenigen, die im Rahmen ihrer Funktion ein anderes Potential als das der Zelle haben müssen.

Rohre und Behälter, in denen sich Flüssigkeiten und Gase bewegen und damit statische Aufladung durch Ladungstrennung erzeugen, müssen einen ausreichend geringen elektrischen Widerstand haben und mit der Zelle elektrisch leitend verbunden sein.

Rohrverschraubungen müssen mit einem Masse-Verbinder überbrückt werden, soweit sie elektrisch nicht zuverlässig leitend sind.

Mechanische bewegliche Teile innerhalb einer Zelle (z. B. Bedienhebel, Klappen), die durch Ladungstrennung eine statische Aufladung erhalten können, müssen mit der Zelle elektrisch leitend verbunden werden.

Gehäuse elektrischer Geräte und Schirme elektrischer Leitungen müssen zur Ableitung elektromagnetisch induzierter Spannungen unter besonderen Gesichtspunkten nach Abschnitt 3.2 mit der Zelle elektrisch leitend verbunden werden.

3.1.3 Zelle als elektrischer Leiter

Die Zelle als elektrischer Leiter muß durchgehend eine hohe elektrische Leitfähigkeit haben.

3.1.3.1 Zelle als Ableiter und Übertrager hoher Stromstöße durch wetterbedingte Entladung (Blitzschlag)

Die Zelle muß für die Ableitung hoher Stromstöße zwischen zwei beliebigen Punkten auf ihrer Oberfläche und der Oberfläche der angebauten Teile ausgelegt und geeignet sein.

Für die Konstruktion sind Blitzschlagkennwerte nach VG 96 901 Teil 4 zugrunde zu legen.

Zellenteile aus Titan haben einen sehr hohen elektrischen Widerstand und führen damit zu einem entsprechend großen Spannungsabfall. Zu geringe Querschnitte müssen durch zusätzliche Maßnahmen vergrößert werden.

Steuerflächen müssen mit der Zelle eine elektrisch leitende Verbindung mit einem ausreichenden Querschnitt und einer genügend hohen Leitfähigkeit haben. Wird diese Bedingung durch die Konstruktion nicht erfüllt, müssen zusätzliche (mindestens zwei) Masseverbindungen vorgesehen werden.

Türen und Klappen müssen eine zusätzliche Masseverbindung mit der Zelle haben, wenn die elektrisch leitende Verbindung über die Lager bzw. Gelenke nicht zuverlässig sichergestellt ist.

Türen und Klappen in der Außenhaut der Zelle, die größer als $0,3 \text{ m}^2$ sind, müssen zusätzliche Masseverbindungen mit der Zelle haben.

Türen und Klappen in der Außenhaut sollen im geschlossenen Zustand mit der Zelle eine möglichst große Kontaktfläche haben. Klappen, die während des Fluges geöffnet werden können, müssen an allen Aufhängepunkten mindestens zwei Masseverbindungen haben.

Ausleger, die aus der Zelle herausragen (Vereisungsfühler, Anstellwinkelgeber, Betankungsausleger usw.) müssen zur Zelle einen besonders niedrigen Übergangswiderstand haben.

Stauohrausleger am Bug sind, da sie einen besonderen Extrempunkt der Zelle bilden, mit dieser durch einen metallischen Ableiter ausreichenden Querschnittes direkt und geradlinig zu verbinden.

Anmerkung: Wird der Ableiter durch oder über das Radom geführt, so ist die Radarbeeinflussung zu berücksichtigen.

Bei elektrisch nicht leitfähigen Teilen der Zelle (Radom, Windschutzscheibe, Kabinendach sowie Zellenteile aus faserverstärktem Kunststoff), die in Zonen hoher Blitzschlagwahrscheinlichkeit liegen, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, damit die elektrostatischen Aufladungen abgeleitet werden und diese Teile gegen die Auswirkung von Blitzschlägen geschützt sind.

Maßnahmen hierzu können sein:

- Überziehen der äußeren Oberflächen mit einem Netz von Leitern oder Metallstreifen, die mit der Zelle (Masse) leitend verbunden sind.
- Überziehen der Scheitellinie des Kabinendaches mit einem Metallstreifen über die gesamte Länge.

Sind Kabinendach oder Fenster ausreichend klein bemessen und durch Holme unterteilt, können Metallstreifen entfallen.

Anmerkung: Bei der Anordnung des leitenden Netzes oder der Metallstreifen über die Radomoberfläche ist die Radarbeeinflussung zu berücksichtigen.

Bei der Anordnung von Metallstreifen auf Kabinendach- und Fenster-Oberfläche sind die Sichtbeeinflussung und die Notausstiegsforderungen zu berücksichtigen.

Elektrische Geräte und Anlagen, von denen Funktionsteile außerhalb der Zelle liegen, und deren elektrische Verbindungsleitungen in das Innere der Zelle führen (z. B. Enteisungsmatten, Leuchten, Kameras, Laser-Einrichtungen, Kraftstoff-Vorratsgeber), müssen derart ausgelegt sein, daß sich die durch einen Blitzschlag induzierten Spannungs- bzw. Stromstöße nicht über die elektrischen Verbindungsleitungen auf die Anlage oder das Bordnetz gefährdend übertragen. Die Verbindungsleitungen können z. B. mit Ableitern oder Dämpfungsgliedern versehen werden.

Der äußere Antennenteil muß zur Zelle eine gute direkte elektrische Blitzableitung haben. Geeignete Antennenkonstruktionen sind $\lambda/4$ -Topfkreisstrahler und $\lambda/4$ -Leiter nach innen, eventuell auch Ableiter und Dämpfungsglieder in der Antennenleitung.

Anmerkung: Bei Blitzschutzmaßnahmen für Antennen ist die Beeinflussung der Antennenleistung zu berücksichtigen.

Blitzschutzmaßnahmen für Antennen sind als Bestandteil der Technischen Lieferbedingungen für Antennen zu beachten.

3.1.3.2 Zelle als gemeinsamer Rückleiter

Die Zelle wird grundsätzlich als Rückleiter benutzt.

Zellenteile aus Titan dürfen nicht als Strompfad für den Rückleiter dienen.

Zellenteile, die konzentriert als Strompfad hoher Ströme dienen, müssen im Querschnitt entsprechend ausgelegt sein.

Es sollen kleine zentral gelegene Bereiche der Zelle (z. B. Avionikraum) gewählt werden, in denen

- ein Masseanschlußpunkt liegt,

- die Rückleiter der Geräte, die einen hohen Strom führen, mit der Zelle elektrisch leitend verbunden werden (Trafogleichrichter, Wechselrichter).

Der Erdanschluß ist direkt mit der Zelle zu verbinden.

Die Rückleiter des Außenbordanschlusses sind so kurz wie möglich mit der Zelle zu verbinden.

Besondere konstruktive Richtlinien für den Anschluß der Rückleiter an die Zelle siehe Abschnitt 3.2.4

3.2 Masseverbindung elektrischer Geräte

Siehe auch VG 95 376 Teil 6

3.2.1 Geräteaufbau

Die Innenschaltung elektrischer Geräte soll vom Gehäuse galvanisch getrennt sein.

Das Gehäuse ist unter dem Gesichtspunkt wirksamer Abschirmung elektromagnetischer Felder auszulegen.

Der Masseanschlußpunkt am Gehäuse muß sichtbar gekennzeichnet sein.

3.2.2 Masseverbindung, allgemein

Grundsätzlich ist ein Gerätegehäuse elektrisch leitend mit der Zelle zu verbinden.

Die Art der Masseverbindung ist in Bild 1 dargestellt.

Galvanisch getrennte Masseanschlußpunkte des Gehäuses und des Rückleiters sind getrennt elektrisch leitend mit der Zelle zu verbinden (siehe Bild 1).

Ausnahme:

Fest eingebaute Leuchten, deren Masseanschlußpunkt identisch ist mit dem Rückleiter, sind nach Bild 2 elektrisch leitend mit der Zelle zu verbinden. In besonderen Fällen kann zusätzlich zur Masseverbindung über den Gehäusemasseanschlußpunkt eine Masseverbindung über den Geräteanschluß erfolgen (Bild 1).

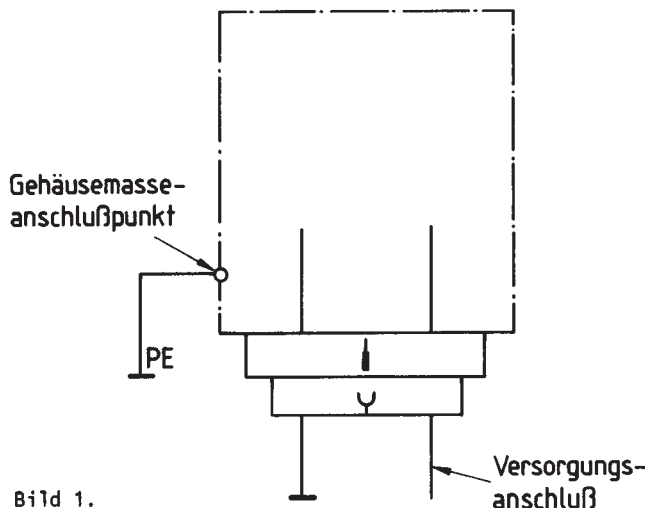


Bild 1.

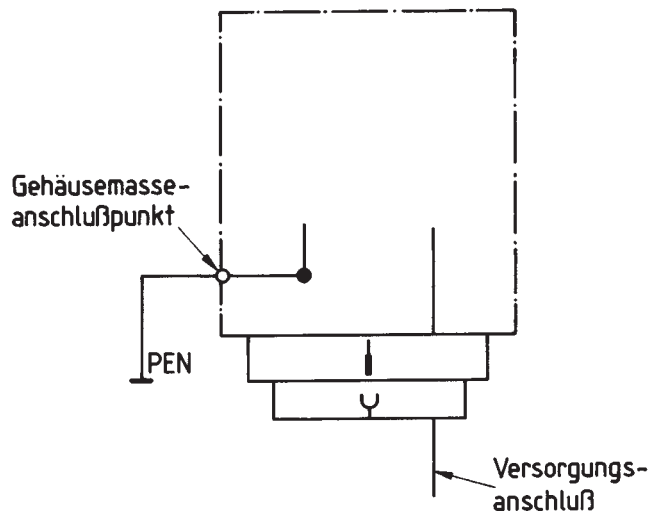


Bild 2.

3.2.3 Masseverbindung von Gerätegehäusen

Die Masseverbindung von Gerätegehäusen dient:

- zum elektrischen Potentialausgleich zwischen Gehäuse und Masse (Berührungsschutz)
- zur Ableitung elektromagnetisch induzierter Spannungen vom Gehäuse auf die Zelle
- zur Ableitung von Kurzschlußströmen bei Kurzschluß im Gerät auf die Zelle.

Masseverbindungen von Gerätegehäusen müssen:

- die kürzeste Verbindung vom Gehäuse zur Zelle sein
- aus Verbindungen hoher Leitfähigkeit bestehen
- ausreichenden Querschnitt für den maximal auftretenden Kurzschlußstrom haben.

Masseverbindungen von Gehäusen der HF-Geräte müssen darüber hinaus:

- geringe Impedanz haben
- eventuell an mehreren Stellen vorgenommen werden.

3.2.4 Masseverbindung elektrischer Geräte mit der Zelle als Rückleiter

Der Rückleiter eines elektrischen Gerätes muß getrennt von der Masseverbindung des Gerätegehäuses mit der Zelle elektrisch leitend verbunden werden. Mit Rücksicht auf symmetrische Induktion ist der Rückleiter in der Nähe des Anschlußpunktes des Versorgungsleiters mit der Zelle zu verbinden.

Bei längerer Leitungsführung des Versorgungsleiters zum Versorgungsanschluß ist der Rückleiter parallel zum Versorgungsleiter bis in die Nähe des Versorgungsanschlusses zu verlegen (siehe Bild 3 bis Bild 5).

Anmerkung: Bei längerer Leitungsführung des Rückleiters zur Verbindung mit der Zelle parallel zum Versorgungsleiter sollten Rückleiter und Versorgungsleiter miteinander verdreht sein.

Rückleiter von Geräten unterschiedlicher Stromart (Gleichstrom und Wechselstrom) oder Übertragungsart (z. B. Signalleitungen analog, digital, Hochfrequenz) sind über getrennte Masseverteiler oder Masseverteilergruppen elektrisch leitend mit der Zelle zu verbinden (siehe Bild 4).

Rückleiter von Geräten, die zu einer Anlage gehören und in einem gemeinsamen Einbaubereich angeordnet sind, sollen einen gemeinsamen Masseanschlußpunkt haben, um ein gleiches Bezugspotential zu erhalten (siehe Bild 5).

Rückleiter von Geräten dürfen nur dann an einem gemeinsamen Masseanschlußpunkt oder an Masseanschlußplatten zusammengefaßt werden, wenn der Gesamtstrom ≤ 35 A ist.

Isoliert angeordnete Masseverteiler müssen durch mindestens zwei miteinander verdrehte Leitungen von mindestens 3 mm² Querschnitt an zwei dicht beieinanderliegenden Anschlußpunkten mit der Zelle elektrisch leitend verbunden werden.

Abweichend von diesen allgemeinen Bedingungen gelten die folgenden Festlegungen:

Rückleiter fest eingebauter Geräte wie z. B. Leuchten, Heizgeräte, Motoren, elektrohydraulische Ventile, Lüfter, Schaltgeräte (Relais, Schütze) können unmittelbar am Einbauort mit der Zelle elektrisch leitend verbunden werden.

Rückleiter spezieller Geräte und Anlagen werden unmittelbar am Einbauort mit der Zelle elektrisch leitend verbunden.

Hierunter fallen:

- elektrisch gezündete Sprengvorrichtungen, deren Zündkreis in unmittelbarer Nähe der Zelle angeschlossen werden muß,
- Waffengerät, dessen Masseanschlußpunkt durch die Konstruktion bestimmt ist,

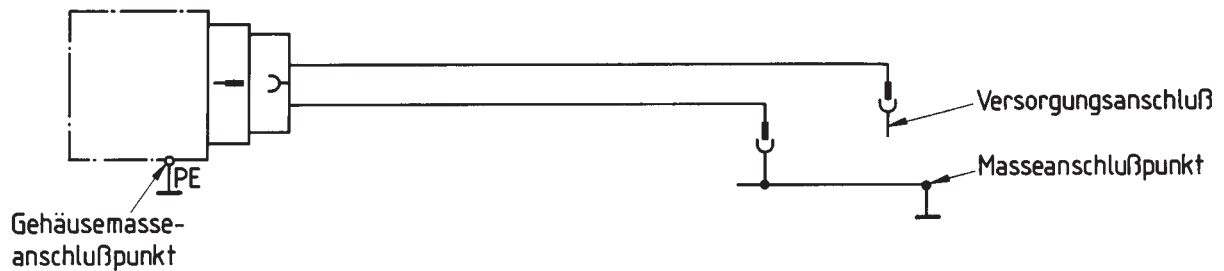


Bild 3.

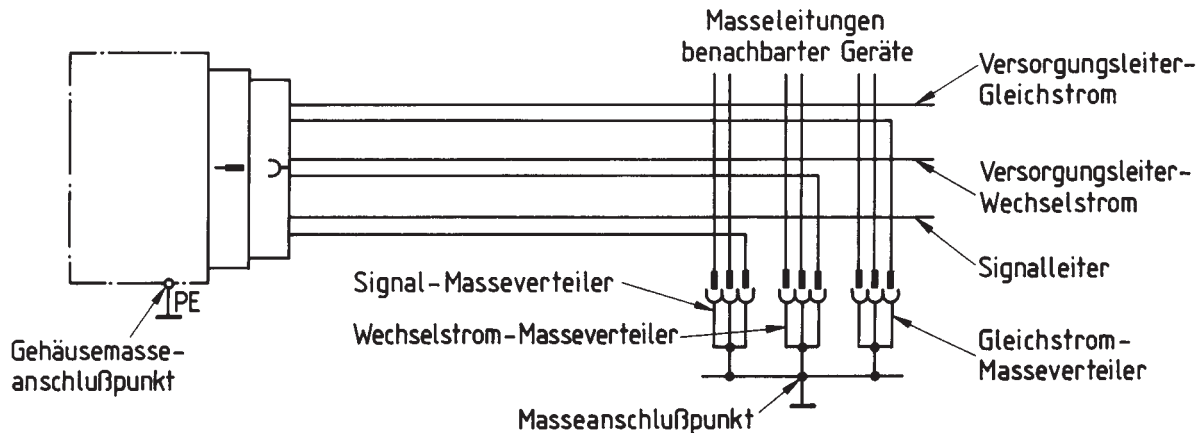


Bild 4.

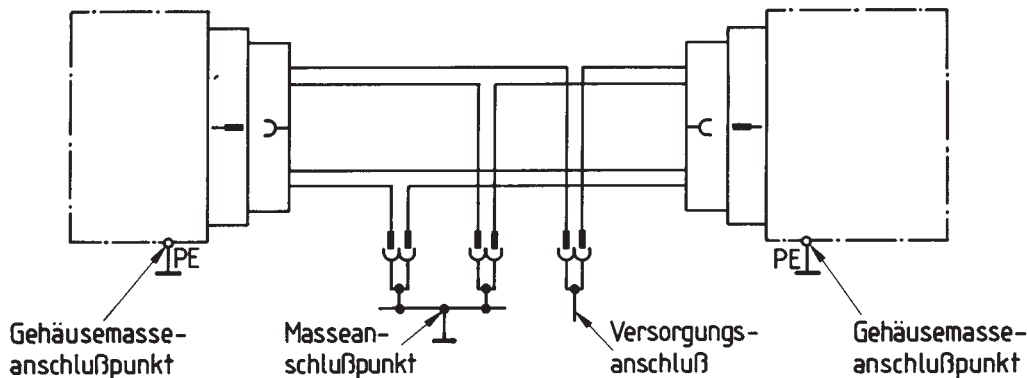


Bild 5.