

Liefervorschriften für ESD-gerechte Fertigungskomponenten

Dokumentsachnummer: 4 497 025 230
Fachliche Verantwortung: [Arbeitskreis ESD-Schutz \(F-AK019\)](#)
Ersetzt Ausgabe: 2022-11-29

Änderungen: In Kap. 8 „Voraussetzungen für ESD-Freigabe“: S. 11 in Tabelle 2, Punkt B.00.03 „Transportriemen“ ergänzt, In Tabelle 3, S. 16, bei Punkt 29 „Transportriemen, Seitenführungen“ Bemerkung ergänzt; Redaktionelle Änderungen
Änderungsinformation: [AEN 4497R32721](#) (Internes Dokument der Bosch-Gruppe)

Geltungsbereich, Verbindlichkeit, Weitergaberecht

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Gilt für | Bosch-Gruppe |
| Verbindlich für | Bosch-Gruppe (inkl. BHCS und BSH) |
| Verbindlich durch | MCM-Beschluss (2018-09-12) |
| Empfohlen für | Entfällt |
| Weitergabe | Uneingeschränkt möglich |

Diese Bosch-Norm ist für Lieferanten verbindlich, wenn sie Bestandteil der Bestellung ist.

| Allgemeine Information | | | |
|------------------------|---|-------------|------------|
| Normenreihe | N51 M Werkzeugmaschinen, Liefervorschriften | | |
| Normensachbearbeiter | snm1si GS/TED (497) | | |
| Dokumentsprache | de | | |
| Originalsprache | de | | |
| Übersetzung | | | |
| Freigabedatum | Ausgangssprache | Zielsprache | Bearbeiter |
| - | - | - | - |

Im Zweifelsfall gilt diese Bosch-Norm in ihrer Originalsprache.
Das Komma dient als Dezimalzeichen.
Gültige Ausgabe nur in NormMaster. Kopien unterliegen nicht dem Änderungsdienst.

Inhalt

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Anwendungsbereich | 3 |
| 2 | Verbindlichkeiten für Lieferanten | 3 |
| 3 | Definitionen | 3 |
| 4 | Verwendung von Erzeugnissen der Bosch-Gruppe..... | 4 |
| 5 | Fertigungskomponenten | 5 |
| 6 | Potentialausgleichskabel | 5 |
| 7 | Kennzeichnung | 5 |
| 8 | Voraussetzungen für ESD-Freigabe..... | 5 |
| 9 | Normative Verweisungen..... | 17 |

1 Anwendungsbereich

Diese Bosch-Norm enthält Liefervorschriften für ESD-gerechte Fertigungskomponenten.

2 Verbindlichkeiten für Lieferanten

Der Lieferant verpflichtet sich, die aktuellen Vorschriften zum Zeitpunkt der Bestellung einzuhalten. Technisch notwendige Abweichungen von den Vorgaben bedürfen der vorherigen Zustimmung des Kunden. Abweichungen **ohne (vorherige) Zustimmung** müssen vom Lieferanten **kostenfrei** geändert werden. Die Mitwirkung des Bestellers bei der technischen Lösung oder die Genehmigung von Konstruktionsmerkmalen entbinden den Lieferanten nicht von seiner alleinigen Verantwortung für eine einwandfreie Funktion und schränken in keiner Weise die zugesicherten Eigenschaften ein.

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Bosch-Norm gelten die folgenden Definitionen:

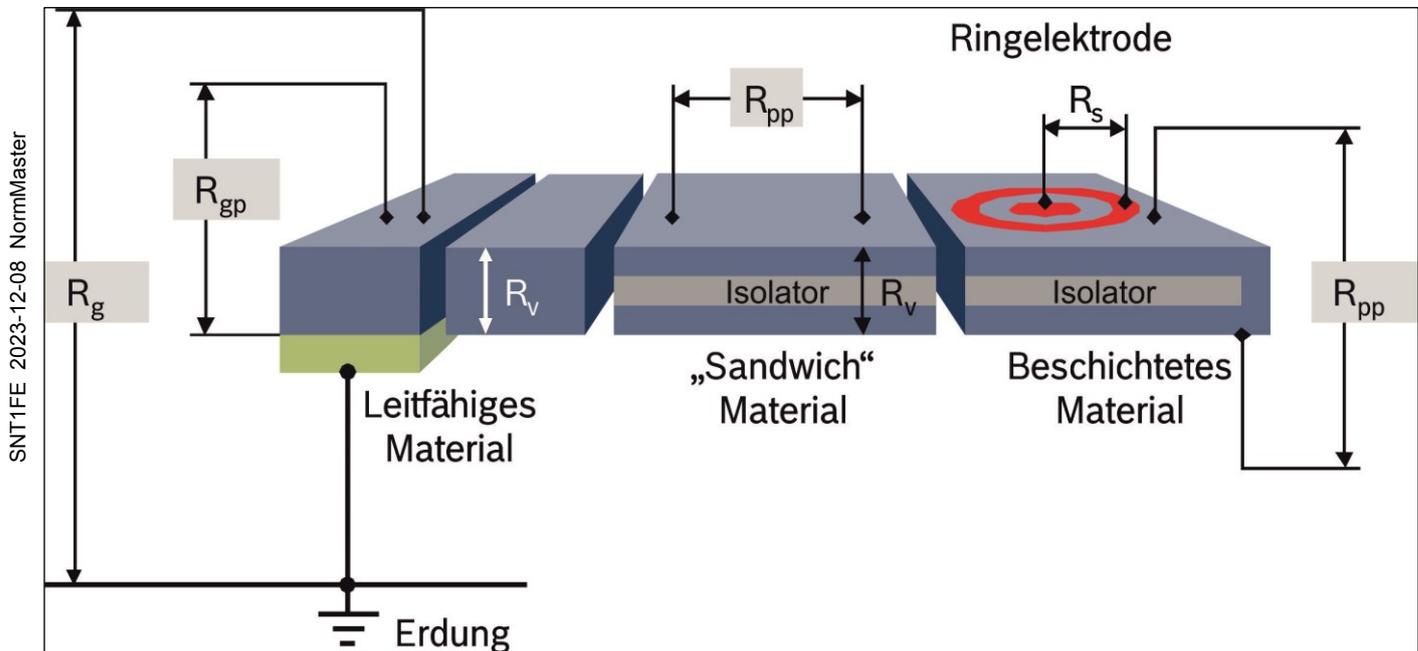


Abbildung 1 Definitionen für den Oberflächen-, Volumen- und Ableitwiderstand

▶ **ESD**

(steht für **E**lectrostatic **D**ischarge = elektrostatische Entladung) Potentialausgleich zwischen aufgeladenen Körpern, bewirkt durch Gasentladungen, direkten Kontakt oder Durchschlagsmechanismen in Festkörpern.

▶ **ESDS**

(steht für **E**lectrostatic **d**ischarge **s**ensitive **d**evice = für elektrostatische Entladung empfindliches Bauelement) Sammelbegriff für alle Einzelbauteile, integrierte Schaltungen oder Baugruppen (z.B. bestückte Leiterplatten oder komplette Steuergeräte), die bei Handhabung, Prüfung oder Transport durch elektrische Felder oder elektrostatische Entladung beschädigt werden können.

▶ **Potentialausgleich**

Elektrisch leitende Verbindung zwischen leitfähigen Teilen, um Potentialunterschiede zwischen diesen Teilen zu beseitigen.

▶ **R_g Erdableitwiderstand**

Dies ist der Ableitwiderstand gegenüber dem Erdungspotential.

▶ **R_{gp} Ableitwiderstand**

Der Ableitwiderstand ist ein Maß für die elektrische Leitfähigkeit zwischen einem beliebigen Punkt eines Prüflings und seinem Erdungspunkt oder Kontakt zum Erdungspotential.

▶ **R_s bzw. R_{pp} Oberflächenwiderstand**

Der Oberflächenwiderstand ist ein Maß für die Leitfähigkeit der Oberfläche. Die Messung erfolgt entweder als „Punkt-zu-Punkt“-Messung (R_{pp}) mittels zweier einzelnen Messelektroden, oder als R_s mittels einer Ringelektrode (genormter Aufbau aus zwei konzentrischen Ringen).

▶ **R_v Volumenwiderstand**

Der Volumenwiderstand R_v (oder Durchgangswiderstand) ist ein Maß für die elektrische Leitfähigkeit durch den Körper eines Prüflings. Der Stromfluss entlang der Oberfläche des Prüflings wird dabei nicht berücksichtigt.

▶ **Elektrisch leitend (R_{pp} < 10² Ω)**

Materialien, die aufgrund ihres atomaren Aufbaus (freie Elektronen) in der Lage sind den elektrischen Strom zu leiten, nennt man elektrisch leitend.

▶ **Elektrostatisch leitfähig (R_{pp} < 10⁵ Ω)**

Materialien mit für den ESD-Schutz ausreichender Leitfähigkeit.

▶ **Elektrostatisch ableitend**

Werden Potentialdifferenzen in einer definiert kurzen Zeit ausgeglichen, so spricht man von elektrostatisch ableitenden Eigenschaften. In der EPA entspricht üblicherweise ein Potential dem des Erdungspunktes.

▶ **Isolierend (R_{pp} > 10¹¹ Ω)**

Materialien, die weder elektrisch leitfähig oder elektrostatisch leitfähig noch elektrostatisch ableitfähig sind.

4 Verwendung von Erzeugnissen der Bosch-Gruppe

Es sind vorzugsweise Bauelemente und Erzeugnisse aus dem Programm der Bosch-Gruppe, z.B. Bosch Rexroth zu verwenden. Auskunft und Beratung durch die zuständigen Verkaufsbüros oder Fachabteilungen.

5 Fertigungskomponenten

Fertigungskomponenten im Sinne dieser Bosch-Norm sind Einzelteile oder Baugruppen zur Herstellung von ESD-gerechten Fertigungseinrichtungen. Dabei wird unterschieden zwischen Komponenten ohne direkten Kontakt zum ESDS (Tabelle 1) und solchen mit direktem Kontakt zum ESDS (Tabelle 2).

Komponenten aus Metall können je nach Bestellung mit oder ohne Oberflächenbeschichtung geliefert werden. Oberflächenbeschichtete Metalle müssen ableitfähige Eigenschaften aufweisen. In diesen Fällen müssen leitfähige Übergänge zum Potenzialausgleich geschaffen werden.

Komponenten aus Kunststoff können je nach Bestellung mit oder ohne Oberflächenbeschichtung geliefert werden. Unbeschichtete Kunststoffe müssen volumenleitfähig, beschichtete Kunststoffe oberflächenleitfähig sein.

Durch den vorzugsweisen Einsatz **druckluftloser Maschinenkomponenten** kann Energie eingespart werden.

Ferner gelten alle Bestimmungen gemäß [N51M M20](#) - Allgemeine Liefervorschriften für Maschinen, Anlagen und Fertigungseinrichtungen (MAE).

6 Potentialausgleichskabel

Für Verbindungskabel zur Herstellung des Potentialausgleichs zwischen 2 Bauteilen (z.B. ESD-Schutzscheibe und Metallrahmen) im Sinne des ESD-Schutzes wird empfohlen ein Kabel mit **transparenter Isolierung** zu verwenden. Kabel mit Isolierungen in Farben die gemäß DIN/VDE für stromführende Leitungen definiert sind (schwarz, braun, blau, grau), sollten nicht verwendet werden. Ferner sind Kabel mit einfarbig gelber oder grüner Farbe sowie rot zu vermeiden.

Wird ein Kabel mit gelb-grüner Isolierung für den Potentialausgleich verwendet (PE-/PEN-Schutzleiter) sind die Bestimmungen gemäß der überbetrieblichen Normenreihe [DIN VDE 0100](#) (Personenschutz) bzw. die Sicherheitsbestimmungen des Herstellers sowie die lokalen, nationalen gesetzlichen Bestimmungen sowie internationale Richtlinien einzuhalten.

Für bewegliche Komponenten wie Türen, Schubladen ist hochflexibles Kabel zu verwenden.

7 Kennzeichnung

ESD-gerechte Fertigungskomponenten in EPA-Bereichen müssen mit international üblichen Schildern gemäß **der internationalen Normreihe 61340** gekennzeichnet werden.

8 Voraussetzungen für ESD-Freigabe

Die Messverfahren und Prüfungen entsprechen der **internationalen Normreihe 61340**. Die Prüfungen der Materialeigenschaften wie Ableit- bzw. Oberflächenwiderstände und auftretende Feldstärken sind vom Hersteller gemäß **der internationalen Normenreihe 61340** durchzuführen und zu dokumentieren. Dabei sind die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Umgebungsbedingungen (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) zu erfassen.

Im nicht montierten Zustand:

Generell sind die vorgegebenen Oberflächenwiderstände (R_{pp}) für Komponenten die innerhalb einer Fertigungseinrichtung eingesetzt werden bzw. Materialien die die Einrichtungen umhüllen bzw. abdecken einzuhalten:

- für Komponenten mit direktem Kontakt zum ESDS: $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$
- für Komponenten ohne direktem Kontakt zum ESDS: $R_{pp} < 10^9 \Omega$

Im montierten Zustand:

Es muss sichergestellt sein, dass der Erdableitwiderstand R_g oder Ableitwiderstand R_{gp} der eingesetzten Fertigungskomponenten eingehalten wird:

- Komponenten mit direktem Kontakt zum ESDS: $10^4 < R < 10^9 \Omega$
- Komponenten ohne direktem Kontakt zum ESDS: $R < 10^9 \Omega$.

Werden diese Vorgaben eingehalten, in einem Abnahmeprotokoll bestätigt und dokumentiert, vereinfacht dies eine endgültige Freigabe durch den ESD-Koordinator bzw. ESD-Beauftragten des betroffenen Werkes.

Diese Messungen sind bei jeder Einrichtung (Fertigungskomponente) durchzuführen und die Ergebnisse vor der Anlieferung vorzulegen.

Bei der Anlieferung muss eine Dokumentation mitgeliefert werden. Es kann eine eigene oder eine wie in Anlage 1 (Checkliste) und Anlage 2 (Ablaufdiagramm) verwendet werden.

Sind aus technischen Gründen diese Vorgaben nicht einhaltbar, können/dürfen isolierende Materialien ($> 10^9 \text{ Ohm}$) durch Abschirmungen wie z.B. eine metallische Führung oder Ummantelung eingesetzt werden. Somit ist das Einwirken von elektrischen Feldern auf das ESDS nicht mehr möglich. Diese konstruktiven Lösungen sind vorher mit dem ESD-Koordinator abzustimmen.

Sind aus technischen und konstruktiven Gründen keine Abschirmung nicht ESD-tauglicher Kunststoffe möglich, ist ein Abstand zwischen ESDS und isolierenden Materialien von mind. 30 cm in vielen Fällen ausreichend. Da Umweltbedingungen, eingesetzte Materialien und die Empfindlichkeit des ESDS unterschiedlich sind, muss diese Lösung immer mit dem ESD-Koordinator abgestimmt werden.

Der Einsatz von Ionisatoren um nicht ESD-taugliche Kunststoffe an der Oberfläche zu neutralisieren, ist keine sichere und geeignete Lösung, da der Luftstrom nur flächig und nicht räumlich wirkt. Mehrere Ionisatoren müssten dreidimensional so ausgerichtet werden, dass eine Lösung sehr kompliziert wird.

Einsatz von Ionisatoren

SNT1FE 2023-12-08 NormMaster Ist die Aufladung von ESDS (Bauelemente, Baugruppen, Erzeugnisse, ...) nicht vermeidbar, müssen diese vor dem nächsten Kontakt mit leitfähigen Materialien neutralisiert werden um einer harten Entladung vorzubeugen. Bei der Auswahl eines geeigneten Ionisators kann der ESD-Koordinator unterstützen. Die Wirksamkeit des Ionisators ist vom ESD-Koordinator bzw. ESD-Beauftragten über Messungen nachzuweisen. Die Prüfung der Ionisatoren muss auch ohne Umgehung der Sicherheitseinrichtungen möglich sein (z.B. Zuschalten im Handbetrieb über das Servicemenü). Im laufenden Betrieb muss die Funktion des Ionisators durch die Steuerung überwacht werden.

Eine Standard-Freigabe für Einrichtungen, die weltweit im Einsatz sind, wäre unter Einhaltung der oben angegebenen Forderungen möglich. Voraussetzung ist, dass die Einrichtungen absolut identisch sind und für den gleichen Einsatz vorgesehen sind. Eine endgültige Freigabe kann nur unter Berücksichtigung der Umweltbedingungen und der Robustheit der ESDS nach Bewertung des ESD-Koordinators bzw. ESD-Beauftragten des jeweiligen Werkes erfolgen.

Tabelle 1 Komponenten in Fertigungseinrichtungen **ohne** direkten Kontakt zum ESDS

| Nr. | Gruppe | Ausführungs- variante | Material | | | Montagehinweise für Baugruppen | Beispiel- Nr. (Tabelle 3) |
|---------|--|--|--|--|---------------------------|---|---------------------------------|
| | | | Art | Eigenschaften | Grenzwerte | | |
| A.00.01 | Schutz- abdeckungen | Schutzscheiben, Schutztunnel | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 2, 3 |
| A.00.02 | | | Kunststoffe | Beide Flächen elektrostatisch ableitend | | | - |
| A.00.03 | | | Kunststoffe, transparent | | | | 4 |
| A.00.04 | | | Kunststoffe, transparent | Beide Flächen elektrostatisch ableitend. Gebogen (Schutztunnel) | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand an horizontalen und vertikalen Innen/Außenflächen $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 39 |
| A.00.05 | | | Glas | Isolierend | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ | Abstand beachten! Feldstärke $E < 50 \text{ V/cm}$ am ESDS | - |
| A.01.01 | Schutztüren | Scharniere, Türrahmen, Laufschielen | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 19, 21, 23 |
| A.01.02 | | | Kunststoffe | Isolierend | | | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ |
| A.01.03 | | | | | 20, 22, 24 | | |
| A.02.01 | Befestigungs- mittel für Schutz- scheiben | auf Profil geschraubt | Metalle | Keine ESD- Anforderungen | - | - | 9, 10, 11, 12 |
| A.02.02 | | mit Variofix-Block | Kunststoffe | | | | 13, 14 |
| A.02.03 | | in Einfassprofil | Gummi | | | | 4, 15 - 18 |
| A.03.01 | Potenzialaus- gleichs- komponenten | ESD-Bügel | verzinkter Stahl oder Edelstahl | leitfähig | $R_{pp} < 10^2 \Omega$ | - | 8, 16, 18 |
| A.03.02 | | Flexible Leitungen, Verbindungs- elemente | Kupferleitung oder EMV- Bänder mit transparenter Isolierung | | | | 1, 4, 24 |
| A.04.01 | Rahmen und Gestelle | Profilkonstruktion (geschraubt) | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{gp} < 10^9 \Omega$ | Eloxierte Oberflächen mit leitfähigen Profilübergängen | 1, 24 |
| A.04.02 | | Schweiß- konstruktion | | | | | - |
| A.05.01 | Verbindungs- elemente für Profile | Schrauben, Sechskantmuttern | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{gp} < 10^9 \Omega$ | Geriffelte/Gezahnte Kontaktfläche zur Kontaktverbesserung bei Eloxal- oder Lackbeschichtungen | 1, 9 |
| A.05.02 | | Hammerkopf- muttern | | | | | 1, 24 |
| A.05.03 | | Nutensteine | | | | | |
| A.05.04 | | Flachscheiben, Zahnscheiben | | | | | 1, 9, 10 |
| A.05.05 | | Profilverbinder | | | | | - |

Tabelle 1 Komponenten in Fertigungseinrichtungen **ohne** direkten Kontakt zum ESDS (Fortsetzung)

| Nr. | Gruppe | Ausführungs- variante | Material | | | Montagehinweise für Baugruppen | Beispiel- Nr. (Tabelle 3) |
|---------|--|--|--|---|---------------------------|---|---------------------------------|
| | | | Art | Eigenschaften | Grenzwerte | | |
| A.06.01 | Montageplatten | Grundplatten | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 5, 6, 7 |
| A.06.02 | | | Kunststoffe | | | | |
| A.06.03 | | | sonstige Nichtmetalle | Isolierend | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ | Abstand beachten! Feldstärke $E < 50 \text{ V/cm}$ am ESDS | |
| A.07.01 | Hydraulik-, Kühl-, Heiz-, Pneumatik-, Vakuum- und deren Installationsein- richtungen | Wartungsein- heiten, Ventile, Zylinder Rohre, Schläuche | Metalle/Metall- ummantelung | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | - |
| A.07.02 | | | Kunststoffe | | | | 34 |
| A.07.03 | | | Kunststoffe/ sonstige Nichtmetalle | Isolierend | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ | Abstand beachten! Feldstärke $E < 50 \text{ V/cm}$ am ESDS | - |
| A.08.01 | Elektrik- und deren Installationsein- richtungen | Elektrische Leitungen, Verbindungs- elemente | Metalle (Kunststoffe) | Keine ESD- Anforderungen | - | Abstand beachten! Feldstärke $E < 50 \text{ V/cm}$ am ESDS Empfehlung: Verlegung im Kabelkanal | - |
| A.08.02 | | | Metalle | | | | Im montierten Zustand |
| A.08.03 | | Kabelkanäle | Kunststoffe | Elektrostatisch ableitend, oder abschirmend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | - |
| A.08.04 | | | | | | | Isolierend |
| A.08.05 | | Verteiler, Abdeckungen, Anschlussdosen, Gehäuse | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 26 |
| A.08.06 | | | | | | | Kunststoffe |
| A.08.07 | | Energie- führungsketten | Kunststoffe | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 28 |
| A.08.08 | | | | | | | Isolierend |
| A.09.01 | Handlingsysteme | Roboter, autonome Transport- systeme z.B. AGV's Achssysteme, Zuführung, Tools | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 39 |
| A.09.02 | | | Kunststoffe | | | | 25, 39 |
| A.09.03 | | | Kunststoffe | Isolierend | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ | Abstand beachten! Feldstärke $E < 50 \text{ V/cm}$ am ESDS | 39 |

| Nr. | Gruppe | Ausführungs- variante | Material | | | Montagehinweise für Baugruppen | Beispiel- Nr. (Tabelle 3) |
|---------|--|---|---------------------------------------|------------------------------|---|---|---------------------------------|
| | | | Art | Eigenschaften | Grenzwerte | | |
| A.10.01 | Identifikations- systeme, Messgeräte, Elektrogeräte, IT Geräte | z.B. Scanner, Schreib/ Lesestation (SLS), Lichtschranken, Kerasysteme, TFT, RFID Komponenten usw. | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | - |
| A.10.02 | | Kunststoffe/ sonstige Nichtmetalle | Isolierend | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ | Abstand beachten! Feldstärke $E < 50 \text{ V/cm}$ am ESDS | - | |
| A.11.01 | Integrierte Handarbeits- plätze | Armstützen | Kunststoffe | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 31 |
| A.11.02 | | Fußauflagen | Metalle/ Kunststoffe | | | | 31 |
| A.11.03 | | Sitzgelegenheit | Metalle/ Kunststoffe/ Textilien | | | | 31 |
| A.11.04 | | Werkzeug- ablagen | Metalle/ Kunststoffe | | | | 32 |
| A.11.05 | | Beleuchtungen | Metalle | - | - | - | |
| A.11.06 | | | | | | - | |
| A.11.07 | | | | | | Kunststoffe | Isolierend |
| A.12.01 | Arbeitsplatz- dokumentation | Halterungen | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 27 |
| A.12.02 | Ordner | Kunststoffe/ Papier | Kunststoffe | Isolierend | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ | Abstand beachten! Feldstärke $E < 50 \text{ V/cm}$ am ESDS | 27 |
| A.12.03 | | | | | | | 27 |
| A.13.01 | Kontaktier- richtungen | Kontaktierstift- Träger | Kunststoffe | Isolierend | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ | Feldstärke $E < 50 \text{ V/cm}$ am ESDS | - |
| A.14.01 | Werkstückträger | Erzeugnisfixie- rungen | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | - |
| A.14.02 | | | Kunststoffe | Isolierend | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ | Feldstärke $E < 50 \text{ V/cm}$ am ESDS | 30 |
| A.14.03 | | | | | | | - |

Tabelle 1 Komponenten in Fertigungseinrichtungen **ohne** direkten Kontakt zum ESDS (Fortsetzung)

| Nr. | Gruppe | Ausführungsvariante | Material | | | Montagehinweise für Baugruppen | Beispiel-Nr. (Tabelle 3) |
|---------|---|--|-----------------------------------|---------------------------------|---|---|--------------------------|
| | | | Art | Eigenschaften | Grenzwerte | | |
| A.15.01 | Zuführungseinrichtungen | Transportriemen, Fördereinheiten, Seitenführungen, Wendel-/Schwingförderer | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 29 |
| A.15.02 | | | Kunststoffe | | | | - |
| A.16.xx | Alle anderen Komponenten in Fertigungseinrichtungen ohne direkten Kontakt zum ESDS | Alle | Metalle | Elektrostatisch ableitend | $R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | - |
| | | | Kunststoffe/sonstige Nichtmetalle | | | | Isolierend |
| | | Isolierte Leiter | Isolierend | $R_g > 10^9 \Omega$ $U < 35$ | Nur nach Rücksprache mit Kunden, ESD-Bewertung erforderlich! Im montierten Zustand. Spannungsmessung nach Prozessausführung, z.B. Niederhalter in Prüfkassetten (nicht geerdet und isoliert zum ESDS) | 37, 38 | |
| | | | | | | | |

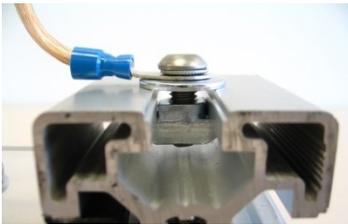
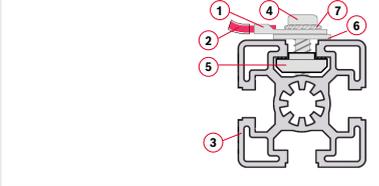
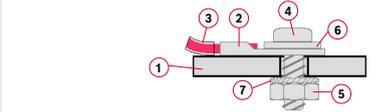
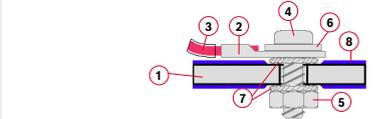
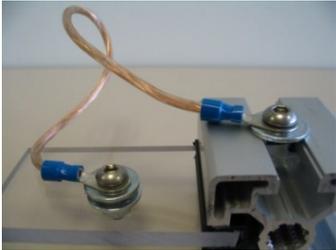
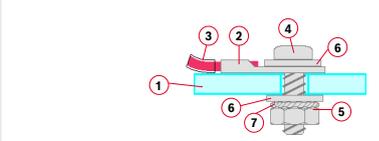
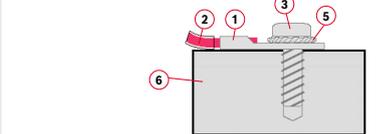
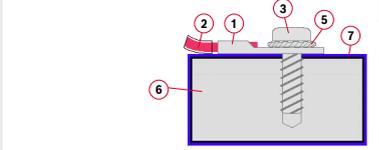
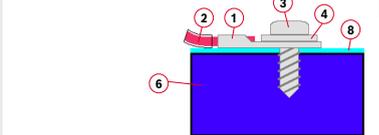
SNT'IFE 2023-12-08 NormMaster

Tabelle 2 Komponenten in Fertigungseinrichtungen **mit** direkten Kontakt zum ESDS

| Nr. | Gruppe | Ausführungs- variante | Material | | | Montagehinweise für Baugruppen | Beispiel- Nr. (Tabelle 3) |
|---------|---|---|--|--|--|--|---|
| | | | Art | Eigenschaften | Grenzwerte | | |
| B.00.01 | Zuführeinrich- tungen | Seitenführungen | Kunststoffe | Elektrostatisch ableitend | $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $10^4 < R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 29 |
| B.00.02 | | Fördereinheiten | | | | | - |
| B.00.03 | Transportsystem | Transportriemen | Kunststoffe | beidseitig Elektrostatisch ableitend Vorzugsweise Volumenleitfähig | $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $10^4 < R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 29 |
| B.01.01 | Werkstückträger | Erzeugnisfixie- rungen | Kunststoffe | Elektrostatisch ableitend | $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $10^4 < R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | - |
| B.01.03 | | Nestausklei- dungen | | | | | 30 |
| B.02.01 | Ablagen | Schubladen, Regale | Kunststoffe | Elektrostatisch ableitend | $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $10^4 < R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 32 |
| B.02.02 | | Behälter | | | | | 33 |
| B.03.01 | Handlingsysteme, Roboter, autonome Transportsysteme z.B. AGV's | Vakuumsauger | Kunststoffe | Elektrostatisch ableitend | $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $10^4 < R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | - |
| B.03.02 | | Greifer eines Roboters oder Achssysteme | | | | | 39 |
| B.03.03 | Bestückungs- automaten | Nozzle, Pipette | Metalle/ sonstige Nichtmetalle | Elektrostatisch ableitend | $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $10^4 < R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 36 |
| B.04.01 | Niederhalter | Positionierhilfen | Kunststoffe | Elektrostatisch ableitend | $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $10^4 < R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | - |
| B.05.01 | Arbeitsplatz- oberflächen | Arbeitsplatten | Kunststoffe/ sonstige Nichtmetalle | Elektrostatisch ableitend | $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$ | Im montierten Zustand $10^4 < R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ | 7, 35 |
| B.05.02 | | Tischbeläge | | | | | - |
| B.06.xx | Alle anderen Komponenten in Fertigungseinrich- tungen mit direkten Kontakt zum ESDS | Alle | Metalle | Leitfähig | $R_{pp} < 10^5 \Omega$ | Nur nach Rücksprache mit Kunden, ESD-Bewertung erforderlich! Im montierten Zustand. Spannungsmessung nach Prozessausführung, z.B. Trennvorgang (isolierter Fräser), Niederhalter | - |
| | | | Isolierte Leiter | Leitfähig | $R_{gp} > 10^5 \Omega$ $R_{pp} < 10^9 \Omega$ $U < 35 V$ | | 38 |
| | | | Kunststoffe/ sonstige Nichtmetalle | Isolierend | $R_{pp} > 10^{11} \Omega$ | | - |
| | | | Kunststoffe/ Metalle (beschichtet) | Elektrostatisch ableitend | $10^4 < R_{pp} < 10^9 \Omega$ | | Im montierten Zustand $10^4 < R_g/R_{gp} < 10^9 \Omega$ |

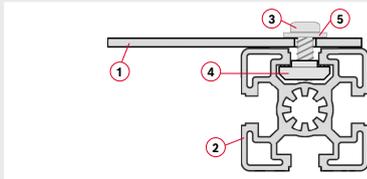
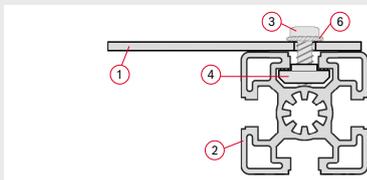
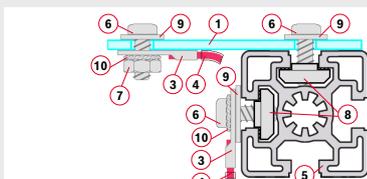
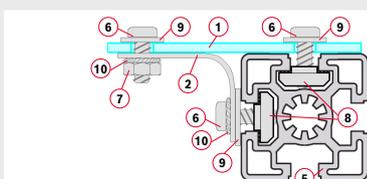
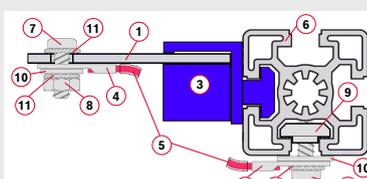
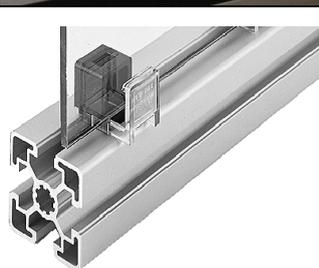
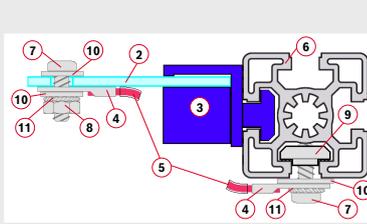
SNT'IFE 2023-12-08 NormMaster

Tabelle 3 Beispiele

| Nr. | Bezeichnung | Bemerkungen | Beispiele | |
|-----|--|--|--|---|
| 1 | Befestigung des Potentialausgleichskabel am Bosch-Profil | 1. Kabelschuhe A.03.02 2. Potentialausgleichskabel A.03.02 3. Bosch-Profil A.04.01 4. Schraube A.05.01 5. Hammerkopfmutter A.05.02 6. Flachscheibe A.05.04 7. Zahnscheibe A.05.04 |  |  |
| 2 | Befestigung des Potentialausgleichskabel an einem unbeschichteten Metallblech | 1. Metallblech A.00.01 (Beschichtung muss entfernt sein) 2. Kabelschuhe A.03.02 3. Potentialausgleichskabel A.03.02 | |  |
| 3 | Befestigung des Potentialausgleichskabel an einem isolierend beschichteten Metallblech | 4. Schraube A.05.01 5. Sechskantmutter A.05.01 6. Flachscheibe A.05.04 7. Zahnscheibe A.05.04 8. Beschichtung (Isolator) | |  |
| 4 | Befestigung des Potentialausgleichskabel an einer Kunststoffplatte (beide Flächen elektrostatisch ableitend) | 1. Kunststoffplatte A.00.02/03 (ggf. beidseitig mit Leitgummi) 2. Kabelschuhe A.03.02 3. Potentialausgleichskabel A.03.02 4. Schraube A.05.01 5. Sechskantmutter A.05.01 6. Flachscheibe A.05.04 7. Zahnscheibe A.05.04 |  |  |
| 5 | Befestigung des Potentialausgleichskabel an einer leit- bzw. ableitfähigen Montageplatte | | |  |
| 6 | Befestigung des Potentialausgleichskabels an einer leit- bzw. ableitfähigen und isolierend beschichteten Montageplatte | 1. Kabelschuhe A.03.02 2. Potentialausgleichskabel A.03.02 3. Schraube A.05.01 4. Flachscheibe A.05.04 5. Zahnscheibe A.05.04 6. Montageplatte A.06.01 7. Beschichtung (Isolator) 8. Beschichtung B.02.01/ (leit- bzw. ableitfähig) B.05.01 |  |  |
| 7 | Leit- bzw. ableitfähige Beschichtungen auf Isolatoren | | |  |

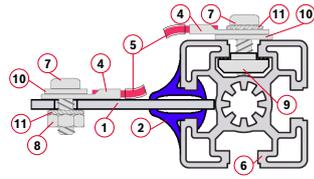
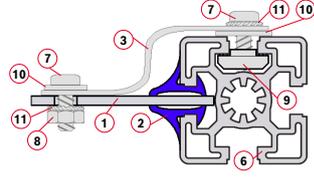
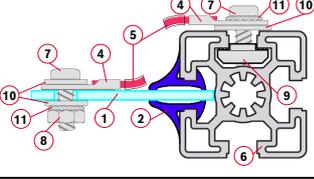
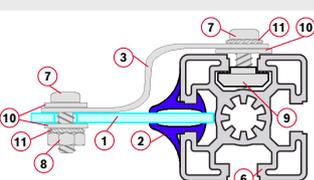
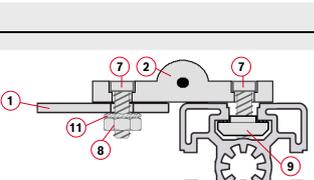
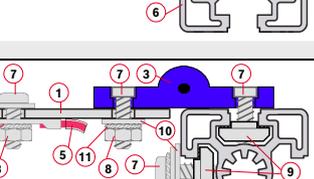
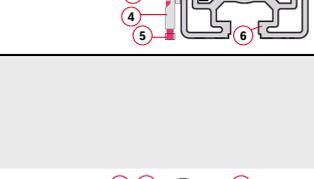
SNT1FE 2023-12-08 NormMaster

Tabelle 3 Beispiele (Fortsetzung)

| Nr. | Bezeichnung | Bemerkungen | Beispiele | |
|-----|--|--|--|---|
| 8 | ESD-Bügel | z.B. Bosch Rexroth Bestellnummer 3 842 536 148 |  |  |
| 9 | Unbeschichtetes Metallblech (kein Aluminium) auf Bosch-Profil geschraubt | 1. Metallblech A.00.01 2. Bosch-Profil A.04.01 3. Schraube A.05.01 4. Hammerkopfmutter A.05.02 |  |  |
| 10 | Unbeschichtetes Aluminiumblech auf Bosch-Profil geschraubt | 5. Flachscheibe A.05.04 6. Zahnscheibe A.05.04 |  |  |
| 11 | Kunststoffplatte (beide Flächen elektrostatisch ableitend) auf Bosch-Profil geschraubt | 1. Kunststoffplatte A.00.02/03 (ggf. beidseitig mit Leitgummi) 2. ESD-Bügel A.03.01 3. Kabelschuhe A.03.02 4. Potentialausgleichskabel A.03.02 5. Bosch-Profil A.04.01 6. Schraube A.05.01 7. Sechskantmutter A.05.01 8. Hammerkopfmutter A.05.02 9. Flachscheibe A.05.04 10. Zahnscheibe A.05.04 |  |  |
| 12 | Kunststoffplatte (beide Flächen elektrostatisch ableitend) auf Bosch-Profil geschraubt | 11. Zahnscheibe A.05.04 |  |  |
| 13 | Metallplatte durch Variofix-Block mit Bosch-Profil verbunden | 1. Metallblech A.00.01 2. Kunststoffplatte A.00.02/03 (ggf. beidseitig mit Leitgummi) 3. Variofix-Block A.02.02 4. Kabelschuhe A.03.02 5. Potentialausgleichskabel A.03.02 |  |  |
| 14 | Kunststoffplatte (beide Flächen elektrostatisch ableitend) durch Variofix-Block mit Bosch-Profil verbunden | 6. Bosch-Profil A.04.01 7. Schraube A.05.01 8. Sechskantmutter A.05.01 9. Hammerkopfmutter A.05.02 10. Flachscheibe A.05.04 11. Zahnscheibe A.05.04 |  |  |

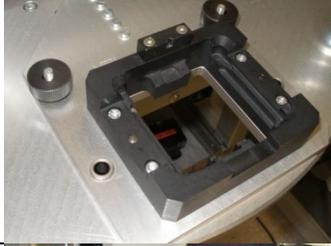
SNT1FE 2023-12-08 NormMaster

Tabelle 3 Beispiele (Fortsetzung)

| Nr. | Bezeichnung | Bemerkungen | Beispiele | |
|-----|---|--|--|---|
| 15 | Metallplatte mit Einfassprofil in | 1. Metallblech A.00.01 2. Einfassprofil A.02.03 3. ESD-Bügel A.03.01 4. Kabelschuhe A.03.02 5. Potentialausgleichskabel A.03.02 |  |  |
| 16 | Bosch-Profil eingesteckt | 6. Bosch-Profil A.04.01 7. Schraube A.05.01 8. Sechskantmutter A.05.01 9. Hammerkopfmutter A.05.02 10. Flachscheibe A.05.04 11. Zahnscheibe A.05.04 |  |  |
| 17 | Kunststoffplatte (beide Flächen elektrostatisch ableitend) mit Einfassprofil in | 1. Kunststoffplatte (ggf. beidseitig mit Leitgummi) A.00.02/03 2. Einfassprofil A.02.03 3. ESD-Bügel A.03.01 4. Kabelschuhe A.03.02 5. Potentialausgleichskabel A.03.02 |  |  |
| 18 | Bosch-Profil eingesteckt | 6. Bosch-Profil A.04.01 7. Schraube A.05.01 8. Sechskantmutter A.05.01 9. Hammerkopfmutter A.05.02 10. Flachscheibe A.05.04 11. Zahnscheibe A.05.04 |  |  |
| 19 | Metallblech mit leitfähigem oder ableitfähigem Winkelgelenk an Bosch-Profil geschraubt | 1. Metallblech A.00.01 2. Winkelgelenk A.01.01/02 3. Winkelgelenk A.01.03 4. Kabelschuhe A.03.02 5. Potentialausgleichskabel A.03.02 |  |  |
| 20 | Metallblech mit Winkelgelenk aus Kunststoff (Isolator) an Bosch-Profil geschraubt | 6. Bosch-Profil A.04.01 7. Schraube A.05.01 8. Sechskantmutter A.05.01 9. Hammerkopfmutter A.05.02 10. Flachscheibe A.05.04 11. Zahnscheibe A.05.04 |  |  |
| 21 | Kunststoffplatte (beide Flächen elektrostatisch ableitend) mit leitfähigem oder ableitfähigem Winkelgelenk an Bosch-Profil geschraubt | 1. Kunststoffplatte (ggf. beidseitig mit Leitgummi) A.00.02/03 2. Winkelgelenk A.01.01/02 3. Winkelgelenk A.01.03 4. Kabelschuhe A.03.02 5. Potentialausgleichskabel A.03.02 |  |  |

SNT1FE 2023-12-08 NormMaster

| Nr. | Bezeichnung | Bemerkungen | Beispiele |
|-----|--|--|-----------|
| 22 | Kunststoffplatte (beide Flächen elektrostatisch ableitend) mit Winkelgelenk aus Kunststoff (Isolator) an Bosch-Profil geschraubt | <ol style="list-style-type: none"> 1. Kunststoffplatte A.00.02/03 (ggf. beidseitig mit Leitgummi) 2. Winkelgelenk A.01.01/02 3. Winkelgelenk A.01.03 4. Kabelschuhe A.03.02 5. Potentialausgleichskabel A.03.02 6. Bosch-Profil A.04.01 7. Schraube A.05.01 8. Sechskantmutter A.05.01 9. Hammerkopfmutter A.05.02 10. Flachscheibe A.05.04 11. Zahnscheibe A.05.04 | |
| 23 | Bosch-Profile mit Metallband oder mit leitfähigem oder ableitfähigem Winkelgelenk verbinden | <ol style="list-style-type: none"> 1. Winkelgelenk A.01.01/02 2. Winkelgelenk A.01.03 3. Kabelschuhe A.03.02 4. Potentialausgleichskabel A.03.02 5. Bosch-Profil A.04.01 6. Schraube A.05.01 7. Hammerkopfmutter A.05.02 8. Flachscheibe A.05.04 9. Zahnscheibe A.05.04 10. Profilverbinder A.05.05 | |
| 24 | Bosch-Profile mit Metallband oder mit Winkelgelenk aus Kunststoff (Isolator) verbinden | <ol style="list-style-type: none"> 6. Schraube A.05.01 7. Hammerkopfmutter A.05.02 8. Flachscheibe A.05.04 9. Zahnscheibe A.05.04 10. Profilverbinder A.05.05 | |
| 25 | Kabelkanäle aus Kunststoff | <p>Möglichst großer Abstand zu ESDS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verlegung unter der Maschine 2. Verlegung hinter der Maschine 3. Verlegung über der Maschine <p>Alternativ: ableitfähig Pulverbeschichten</p> <p>Kabelkanäle A.08.03</p> | |
| 26 | Erdungssammelanschluss/Potentialausgleichsschiene/zentrale Erdungsleiste | <p>Bestimmungen zur Verwendung von gelb/grün gekennzeichneten Kabeln beachten.</p> <p>Verteiler A.08.05</p> | |
| 27 | Arbeitsplatzdokumentation | <p>Halterungen A.12.01</p> <p>Ordner A.12.02</p> <p>Ordner A.12.03</p> | |

| Nr. | Bezeichnung | Bemerkungen | Beispiele | |
|-----|---|---|--|--|
| 28 | Energieführungsketten aus Kunststoff | Energieführungsketten A.08.07 Möglichst großer Abstand zu ESDS: Energieführungsketten A.08.08 |  | |
| 29 | Transportriemen, Seitenführungen | Es sind nur ableitfähige Transportriemen zulässig. Vorzugsweise volumenleitfähig $R_v 10^4 < R_v < 10^9 \Omega$ Transportriemen B.00.03 Seitenführungen B.00.01 |  | |
| 30 | Erzeugnisfixierungen, Nestsaukleidungen | Nestsaukleidungen B.01.03 |  | |
| 31 | Integrierte Handarbeitsplätze | Armstützen A.11.01 Fußauflagen A.11.02 Sitzgelegenheiten A.11.03 Werkzeugablagen A.11.04 |  | |
| 32 | Ablagen, Schubladen | Keine „harte Entladung“ von ESDS. Schubladen B.02.01 |  | |
| 33 | Ablagen, Regale, Behältnisse | Keine „harte Entladung“ von ESDS. Regale B.02.01 Behältnisse B.02.02 |  | |
| 34 | Pneumatik-einrichtungen | Pneumatikschläuche A.07.02 |  | |

| Nr. | Bezeichnung | Bemerkungen | Beispiele | |
|-----------|---|--|-----------|--|
| 35 | Arbeitsplatz- oberflächen | Keine „harte Entladung“ von ESDS. Arbeitsplatten B.05.01 Tischbeläge B.05.02 | | |
| 36 | Nozzle | Keine Aufladung oder „harte Entladung“ von ESDS. Nozzle B.03.03 | | |
| 37, 38 | | Aufladung < 35V (Metallteile) von nicht geerdeten Maschinenteilen Grundkörper vom Niederhalter/Gegenhalter A.16.xx Frässpindel mit Bürste B.06.xx | | |
| 39 | Roboter, autonome Transportsysteme, z.B. AGV's | Greifer, Ablageflächen | | |
| 40 | Schutz- abdeckungen | Gebogene, beschichtete Scheiben | | |

9 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente sind für die Anwendung dieser Bosch-Norm erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die angegebene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des angegebenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Bewusst zitierte historische Dokumente erhalten zusätzlich die Kennzeichnung „H“ in der Spalte „Art“.

| Nr. | Dokumentnummer (Ausgabedatum) | Titel | Art |
|-----|-----------------------------------|--|-----|
| 1 | N51M M24 Anlage 1 | Checkliste | M |
| 2 | N51M M24 Anlage 2 | Ablaufdiagramm | M |
| 3 | N51M M20 | Allgemeine Liefervorschriften für Maschinen, Anlagen und Fertigungseinrichtungen (MAE) | M |
| 4 | DIN VDE 0100 | Errichten von Niederspannungsanlagen | Z |
| 5 | Normenreihe 61340 | Elektrostatik | Z |

Art M = Mitzulieferndes Dokument; Z = Zitiertes Dokument; H = Historisches Dokument