

	Elektrostatik Teil 5-1: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene – Allgemeine Anforderungen (IEC 61340-5-1:1998 + Corrigendum 1999) Deutsche Fassung EN 61340-5-1:2001 + Corrigendum 2001	DIN EN 61340-5-1
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0300 Teil 5-1
ICS 17.220.99; 29.020; 31.020 Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements (IEC 61340-5-1:1998 + Corrigendum 1999); German version EN 61340-5-1:2001 + Corrigendum 2001 Electrostatique – Partie 5-1: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Prescriptions générales (CEI 61340-5-1:1998 + Corrigendum 1999); Version allemande EN 61340-5-1:2001 + Corrigendum 2001 Die Europäische Norm EN 61340-5-1:2001 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61340-5-1 wurde am 2000-08-01 angenommen. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 185 „Elektrostatik“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 15D/47/CD:1996-02. Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 101 „Electrostatics“ erarbeitet. Anmerkung zu den Bildern 4 und 5 Die Hand darf nicht durchgestrichen sein. In E DIN IEC 15D/47/CD waren die Bilder richtig dargestellt. Eine Änderung wurde bei IEC beantragt. Änderungen Gegenüber DIN EN 100015-1:1993-06, DIN EN 100015-02:1995-10, DIN EN 100015-3:1995-10 und DIN EN 100015-4:1995-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen: – Die 4 Teile der Normenreihe wurden neu geliedert in die beiden Normen EN 61340-5-1 „Allgemeine Anforderungen“ und EN 61340-5-2 „Benutzerhandbuch“ (DIN EN 61340-5-2 in Vorbereitung). – Der technische Inhalt wurde grundlegend überarbeitet. Fortsetzung Seite 2 und 3 und 63 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE Teilweiser Ersatz für DIN EN 100015-1:1993-06 DIN EN 100015-2:1995-10 DIN EN 100015-3:1995-10 DIN EN 100015-4:1995-10 siehe Änderungen		

Frühere Ausgaben

DIN EN 100015-1:1993-06
DIN EN 100015-2:1995-10
DIN EN 100015-3:1995-10
DIN EN 100015-4:1995-10

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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 ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 429 S1:1983	IEC 60093:1980	DIN IEC 60093 (VDE 0303 Teil 30):1993-12	VDE 0303 Teil 30
HD 568 S1:1990	IEC 60167:1964	DIN IEC 60167 (VDE 0303 Teil 31):1993-12	VDE 0303 Teil 31
Normen der Reihe HD 384	Normen der Reihe IEC 60364	Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100)	VDE 0100
Normen der Reihe EN 60417	Normen der Reihe IEC 60417	Normen der Reihe DIN EN 60417	–
–	IEC 60479-1:1994	DIN V VDE V 0140-479 (VDE V 0140 Teil 479):1996-02	VDE V 0140 Teil 479
–	IEC 60479-2:1987	DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Teil 1):1989-05 *)	VDE 0800 Teil 1
EN 61010-1:1993 *) EN 61010-1/A2:1995	IEC 61010-1:1990 A1:1992 A2:1995	DIN EN 61010-1 (VDE 0411 Teil 1):1994-03 *) DIN EN 61010-1 Berichtigung 1 (VDE 0411 Teil 1 Berichtigung 1): 1998-11 DIN EN 61010-1/A2 (VDE 0411 Teil 1/A1):1996-05 DIN EN 61010-1/A2 Berichtigung 1 (VDE 0411 Teil 1/A1 Berichtigung 1):1998-11	VDE 0411 Teil 1 VDE 0411 Teil 1 Berichtigung 1 VDE 0411 Teil 1/A1 VDE 0411 Teil 1/A1 Berichtigung 1
–	IEC 61340-4-1:1995	DIN IEC 61340-4-1 (VDE 0303 Teil 83):1997-04	VDE 0303 Teil 83
–	IEC 61340-5-2:1999	–	–
–	ISO 14644-1:1999	DIN EN ISO 14644-1:1999-07	–

*) nicht übereinstimmend

Nationaler Anhang NB
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60417, *Graphische Symbole für Betriebsmittel*

DIN EN 61010-1 (VDE 0411 Teil 1), *Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61010-1:1990 + A1:1992, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61010-1:1993*

DIN EN 61010-1 Berichtigung 1 (VDE 0411 Teil 1 Berichtigung 1), *Berichtigung zu DIN EN 61010-1 (VDE 0411 Teil 1):1994-03 (EN 61010-1:1993)*

DIN EN 61010-1/A2 (VDE 0411 Teil 1/A1), *Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61010-1:1990/A2:1995); Deutsche Fassung EN 61010-1/A2:1995*

DIN EN 61010-1/A2 Berichtigung 1 (VDE 0411 Teil 1/A1 Berichtigung 1), *Berichtigung zu DIN EN 61010-1/A2 (VDE 0411 Teil 1/A1):1996-05 (EN 61010-1/A2:1995)*

DIN EN ISO 14644-1, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche – Teil 1: Klassifizierung der Luftreinheit (ISO 14644-1:1999); Deutsche Fassung EN ISO 14644-1:1999*

DIN IEC 60093 (VDE 0303 Teil 30), *Prüfverfahren für Elektroisierstoffe; Spezifischer Durchgangswiderstand und spezifischer Oberflächenwiderstand von festen, elektrisch isolierenden Werkstoffen (IEC 60093:1980); Deutsche Fassung HD 429 S1:1983*

DIN IEC 60167 (VDE 0303 Teil 31), *Prüfverfahren für Elektroisierstoffe; Isolationswiderstand von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60167:1964); Deutsche Fassung HD 568 S1:1990*

DIN IEC 61340-4-1 (VDE 0303 Teil 83), *Elektrostatik – Teil 4: Festgelegte Messverfahren für spezifische Anwendungen; Hauptabschnitt 1: Elektrostatisches Verhalten von Fußbodenbelägen und verlegten Fußböden (IEC 61340-4-1:1995)*

DIN VDE 0100 (VDE 0100), *Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V*

DIN V VDE V 0140-479 (VDE V 0140 Teil 479), *Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere – Allgemeine Aspekte; Identisch mit IEC-Report 60479-1:1994*

DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Teil 1), *Fernmeldetechnik; Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte*

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Elektrostatik

Teil 5-1: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene – Allgemeine Anforderungen (IEC 61340-5-1:1998 + Corrigendum 1999)

Electrostatics –
Part 5-1: Protection of electronic devices
from electrostatic phenomena –
General requirements
(IEC 61340-5-1:1998 + Corrigendum 1999)

Electrostatique –
Partie 5-1: Protection des dispositifs électroniques
contre les phénomènes électrostatiques –
Prescriptions générales
(CEI 61340-5-1:1998 + Corrigendum 1999)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2000-08-01 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Fachberichtes IEC 61340-5-1:1998 + Corrigendum Februar 1999, ausgearbeitet von dem IEC TC 101 „Electrostatics“, wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2000-08-01 ohne irgendwelche Abänderung als EN 61340-5-1 angenommen.

Diese Europäische Norm und die EN 61340-5-2 ersetzen zusammen die Normen der Reihe EN 100015.

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): 2001-10-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen,
zurückgezogen werden müssen (dow): 2003-08-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A und ZA normativ und die Anhänge B und C informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text des Fachberichtes IEC 61340-5-1:1998 + Corrigendum Februar 1999 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Definitionen	9
4 Schilder und Kennzeichnung	11
4.1 Kennzeichnung	11
4.1.1 ESDS-Kenzeichnung	11
4.1.2 Verpackungskennzeichnung	11
4.1.3 Gerätekennzeichnung	12
4.2 Dokumentation	12
4.3 Schilder für ESD-Schutzonen (EPA)	12
4.3.1 EPA ohne freiliegende Leiter mit einem Potential größer 250 V Wechselspannung oder 500 V Gleichspannung	12
4.3.2 EPA mit freiliegenden Leitern mit einem Potential größer 250 V Wechselspannung oder 500 V Gleichspannung	12
4.4 Kennzeichnung von EPA-Erdungspunkten (EBP)	12
5 ESD-Schutzzone (EPA)	12
5.1 Gestaltung	12
5.1.1 Allgemein	12
5.1.2 Verantwortlichkeiten	12
5.1.3 Hochspannungs-EPA	12
5.2 Anforderungen für spezielle ESD-Schutzgegenstände	12
5.2.1 Allgemein	12
5.2.2 Arbeitsoberflächen und Lagerregale	13
5.2.3 Fußböden	13
5.2.4 Sitzgelegenheiten	13
5.2.5 Kleidung	13
5.2.6 Handschuhe und Fingerlinge	13
5.2.7 Handgelenkerdungsband	13
5.2.8 Schuhwerk	13
5.2.9 Ionisatoren	13
5.2.10 Werkzeuge, Maschinen, Materialverteiler und Prüfgeräte	13
5.2.11 Roll- und Handwagen	14
5.3 Aufbau einer EPA	14
5.3.1 Allgemein	14
5.3.2 EPA-Erdungseinrichtung	14
5.3.3 EPA-Erdungsanschlusspunkt (EBP)	14
5.3.4 EPA-Erdungskabel	14
5.3.5 Elektrostatische Felder	14
5.3.6 Konformitätsbescheinigung	14
5.4 Arbeiten im Feld	14
5.5 EPA-Arbeitspraktiken	15
6 Schutzverpackung	15
7 Einkauf, Wareneingang, Lagerung und Handhabung	15
7.1 Allgemein	15
7.2 Einkauf	15
7.3 Eingang und Lagerung	15
7.4 Auspacken, Kontrolle und Lagerung innerhalb der EPA	16

	Seite
8 Schulung	16
8.1 Entsprechend strukturierte ESD-Schulung	16
8.2 Mitarbeiterschulung	16
8.3 Grundunterweisung	16
8.4 Elemente zur Berücksichtigung in der Schulung	16
8.5 Wiederholungsschulung	16
8.6 Liste geschulter Mitarbeiter	16
8.7 Schulung durch den ESD-Beauftragten	16
9 Qualitätsverantwortung	16
9.1 Verantwortlichkeiten	16
9.1.1 Betriebsleitung	16
9.1.2 Mitarbeiter	17
9.1.3 Management	17
9.2 ESD-Beauftragter	17
9.3 Beschaffung von ESD-Schutzelementen	17
9.3.1 Auswahl von ESD-Schutzelementen	17
9.3.2 Qualifizierte Schutzelemente	17
9.3.3 Protokolle zur Beschaffung	17
9.3.4 Beschaffung von ESDS und Arbeiten von Subunternehmern	17
9.4 Überprüfung der elektrostatischen Vorsichtsmaßnahmen	18
9.5 Grenzwerte und Überprüfungen	18
9.6 Tägliche Überprüfungen	18
9.6.1 Sichtkontrolle	18
9.6.2 Handgelenkerdungsband	18
9.6.3 Nicht-dauerhaftes Schuhwerk	18
9.6.4 Dauerhaftes Schuhwerk als Haupterdungsmaßnahme	18
9.7 Monatliche Überprüfung	18
9.7.1 Erdung	18
9.7.2 Ionisationssysteme	18
9.8 Halbjährliche Überprüfungen	18
9.8.1 Allgemein	18
9.8.2 Elektrostatische Felder	18
9.8.3 Schilder und Kennzeichen	18
9.8.4 Wiederverwendbare Kleidung	18
9.8.5 Dauerhaftes Schuhwerk	19
9.9 Einmal-Kleidung	19
10 Anweisungen für periodische Audits	19
10.1 Periodische Audits	19
10.2 Überprüfung in Bereichen mit Spannungspotentialen größer als 250 V Wechsel- oder 500 V Gleichspannung	19
10.3 Überprüfungen der EPA-Kennzeichen	19
10.4 Überprüfungen der Handgelenkerdungsbanddisziplin	19
10.5 Überprüfungen der Prüfgeräte für Handgelenkerdungsband und Schuhwerk	19
10.6 Überprüfung spezieller Anforderungen	19
10.7 Sichtkontrolle	19
10.8 Prüfung des Widerstandes bestehender Arbeitsoberflächen	19
10.9 Prüfung der Parameter von Schutzverpackungsmaterialien und Transportbehältern	19
10.10 Überprüfung ausrangierter Verpackungen und anderer Materialien	19
10.11 Elektrostatische Felder	19

	Seite
10.12 Regelung der Luftfeuchte	20
10.13 Ionisierung	20
10.14 Werkzeuge	20
10.15 Überprüfung der Auswahlverfahren für Produkte	20
10.16 Überprüfung der Beschaffungsprotokolle	20
10.17 Auditbericht.	20
10.18 Folgeaudit.	20

Anhänge

Anhang A (normativ) Messverfahren	33
A.1 Widerstandsmessverfahren zum Prüfen von Fußböden, Arbeitsoberflächen und Lagerregalen	34
A.2 Widerstandsmessverfahren zum Überprüfen von Sitzgelegenheiten.	34
A.3 Widerstandsmessung zum Prüfen von Kleidung	35
A.4 Messverfahren für Verpackungen.	36
A.4.1 Messeinrichtung	36
A.4.2 Elektrodenanordnung	36
A.4.3 Vorbereitung und Handhabung der Muster.	37
A.4.4 Vorrichtung zur Systemüberprüfung bei Oberflächenwiderständen	37
A.4.5 Prüfverfahren	37
A.5 Messverfahren zur Überprüfung von Handgelenkerdungsbandern, Schuhwerk, Handschuhen, Fingerlingen und Werkzeug	39
A.5.1 Benötigte Ausrüstung	39
A.5.2 Messverfahren zur Überprüfung des Handgelenkerdungsbandes	40
A.5.3 Messverfahren zur Schuhwerkprüfung	41
A.5.4 Handschuhe, Fingerlinge und Werkzeug	42
A.6 Prüfverfahren und Ausrüstung für Ionisation	42
A.6.1 Prüfverfahren für Ionisation	42
A.6.2 Verfahren zum Messen der Kapazität einer isolierten leitfähigen Platte.	49
A.6.3 Vereinfachte Prüfverfahren für Ionisatoren.	49
A.6.4 Funktionsüberprüfung für lokale Ionisatoren	51
A.7 Messverfahren zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Material mit Schirmwirkung gegen elektrostatische Entladung – Beutel	51
A.7.1 Beschreibung	51
A.7.2 Ausrüstung	52
A.7.3 Beutelgröße	53
A.7.4 Verfahren zur Überprüfung der Impulsform des ESD-Simulators.	53
A.7.5 Verfahren zur Überprüfung des Systems	53
A.7.6 Messverfahren/Konditionierung	53
Anhang B (informativ) Messverfahren zum Ladungsabbau	56
B.1 Verfahren zum Messen des Ladungsabbaus	56
B.1.1 Prinzipien	56
B.1.2 Umweltbedingungen.	56
B.1.3 Aufbauten	56
B.1.4 Verfahren	58
B.1.5 Ergebnisse	59
B.1.6 Prüfbericht	59
B.2 Verfahren zur Messung der Ladungsableitung von Werkzeugen (geeignet für Werkzeuge mit einem Widerstand zur EPA-Erde von $10^8 \Omega$ bis $10^{12} \Omega$).	59
B.2.1 Geräte	59
B.2.2 Verfahren	59

	Seite
Anhang C (informativ) ESDS-Designhinweise zur Minimierung von ESD-Effekten	61
C.1 Kennzeichnung	61
C.2 Warnhinweise	61
C.3 Entwurf ESD-empfindlicher Bauelemente	61
C.4 Entwurf von Baugruppen	61
C.4.1 Elektronische Baugruppen	61
C.4.2 Berücksichtigung der empfindlichsten Komponenten	61
C.4.3 Schutzleitung	61
C.4.4 Schutzdioden an Steckerleisten	61
C.4.5 Elektrische Verbindung ungenutzter ESDS-Eingänge	61
C.4.6 Leiterbahnen von oder zu einem ESDS	61
C.4.7 Kennzeichnung von ESDS	61
C.5 Verpackungsentwurf	61
C.6 Systemdesign für den Service	62
C.7 Verfahren zur Designentwicklung	62
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	63
Bilder	
Bild 1 – Beispiel für ein ESDS-Grundsymbol: IEC 60417 Symbolnummer 5134.	25
Bild 2 – Beispiele für ESDS-Symbole in unterschiedlichen Größen	25
Bild 3 – Beispiel für ein Warnschild für ESDS	25
Bild 4 – Beispiel für ein Verpackungskennzeichen	26
Bild 5 – Beispiel für ein Gerätekennzeichen	26
Bild 6 – Beispiel für ein EPA-Schild	27
Bild 7 – Beispiel für ein Schild einer EPA, in der Hochspannung vorhanden sein könnte.	27
Bild 8 – Beispiel für ein EPA-Grenzenkennzeichen	27
Bild 9 – Beispiel für ein EBP-Kennzeichen	28
Bild 10 – Beispiel für ein EPA-Ausgangsschild	28
Bild 11 – Beispiel einer EPA	29
Bild 12 – Schaltung einer typischen EPA.	30
Bild 13 – Beispiel für eine EPA-Konformitätsbescheinigung	30
Bild 14 – Beispiel einer EPA bei der Arbeit im Feld	31
Bild 15 – Beispiel einer EPA mit Werkbank bei der Arbeit im Feld	32
Bild A.1 – Elektrodenanordnung zur Messung des Oberflächenwiderstandes	38
Bild A.2 – Vorrichtung zur Überprüfung des unteren Widerstandsbereiches	38
Bild A.3 – Anschluss des Gerätes zur Widerstandsmessung	39
Bild A.4 – Vorrichtung zur Überprüfung des oberen Widerstandsbereiches	39
Bild A.5 – Widerstand zur EPA-Erde für Handgelenkerdungsbänder	40
Bild A.6 – Widerstand zum Erdungspunkt für ein Handgelenkband	40
Bild A.7 – End-zu-End-Widerstand eines Erdungskabels.	41
Bild A.8 – Widerstand zur EPA-Erde für Schuhwerk	41
Bild A.9 – Widerstand von der Oberfläche zum Erdungspunkt für Handschuhe und typische Handwerkzeuge	42
Bild A.10 – Charged-Plate-Monitor-Komponenten	43
Bild A.11 – Einzelheit der aufgeladenen Platte	43
Bild A.12 – Prüfpunkte für Raumionisation – Wechsellspannungsgitter und Gleichspannungstabsysteme	44
Bild A.13 – Prüfpunkte für Raumionisation – Emittersysteme mit einer Polarität	44

	Seite
Bild A.14 – Prüfpunkte für Raumionisation – Duales Gleichspannungsliniensystem	44
Bild A.15 – Prüfpunkte für Raumionisation – Gepulstes Gleichspannungsemittersystem	44
Bild A.16 – Prüfpunkte für vertikale Laminar-Flowbox – Draufsicht	45
Bild A.17 – Vertikale Laminar-Flowbox – Seitenansicht	45
Bild A.18 – Prüfpunkte für horizontale Laminar-Flowbox – Draufsicht	46
Bild A.19 – Horizontale Laminar-Flowbox – Seitenansicht	46
Bild A.20 – Prüfpunkte für Tischionisatoren	47
Bild A.21 – Prüfpunkte für Überkopfionisatoren – Draufsicht	47
Bild A.22 – Prüfpunkte für Überkopfionisatoren – Seitenansicht	48
Bild A.23 – Prüfpunkte für Druckgas – Pistolen oder Düsen.	48
Bild A.24 – Charged Plate Monitor	49
Bild A.25 – Entladezeit und Offsetspannung.	50
Bild A.26 – Messpositionen des Charged Plate Monitors für horizontale Anwendungen	50
Bild A.27 – Messpositionen des Charged Plate Monitors für vertikale Anwendungen	51
Bild A.28 – ESD-Simulator	52
Bild A.29 – Kapazitiver Sensor mit parallelen Platten	52
Bild A.30 – Stromkurve durch einen 500-Ω-Widerstand	54
Bild B.1 – Anordnung zur Messung der Selbstentladung – Verfahren A.	57
Bild B.2 – Anordnung zur Messung der Kontaktentladung – Verfahren B	57
Bild B.3 – Ladungsabbau für kleine Handwerkzeuge	60
Tabellen	
Tabelle 1 – Anforderungen an ESD-Schutzelemente	21
Tabelle 2 – Verpackungsmerkmale	22
Tabelle 3 – Beispiel für einen Auditbericht (Zusammenfassung)	23
Tabelle 3 – (Fortsetzung)	24
Tabelle 4 – Beispiel einer EPA-Geräteliste	24
Tabelle A.1 – Messverfahren.	33

Einleitung

Eine Einhaltung dieses Technischen Reports betrifft nur die Installation neuer Ausrüstung. Bestehende Ausrüstung sollte ersetzt werden, sobald es zweckmäßig ist. Für die Dauer der Übergangsperiode sollten zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen in Betracht gezogen werden.

Einige der Effekte statischer Elektrizität sind schon seit mehreren tausend Jahren bekannt. In neuerer Zeit sind ihre Eigenschaften verstanden und in vielen Anwendungen vorteilhaft ausgenutzt worden. Unglücklicherweise verursachen einige Eigenschaften statischer Elektrizität Probleme, speziell in der Elektronikindustrie. Dieser Technische Report legt Regeln fest, die, wenn sie befolgt werden, die ungewollten Effekte elektrostatischer Entladungen minimieren. Zusätzliche Information zur Anwendung dieses Technischen Reports enthält [IEC 61340-5-2](#) (Benutzerhandbuch).

Wenn die Anforderungen dieses Technischen Reports befolgt werden, stellen sie ein geringes Zerstörungsrisiko für die große Mehrheit von Komponenten und Baugruppen, wie sie in der Elektronikindustrie verwendet werden, sicher, speziell für Bauelemente, die eine Zerstörungsschwelle größer 100 V haben (Human Body Model). Wo höchstempfindliche Bauelemente verwendet werden, müssen zusätzliche, spezielle Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden.

Die Definitionen dieses Technischen Reports gelten für dieses Dokument, in anderen Bereichen der Elektrostatik können andere Definitionen oder Wertebereiche gelten.

1 Anwendungsbereich

Dieser Technische Report legt die allgemeinen Anforderungen für den Schutz von ESD-empfindlichen Bauelementen (ESDS) vor elektrostatischen Entladungen und Feldern fest.

Dieser Technische Report legt fest, wie ein geschützter Bereich zu entwerfen, zu nutzen und zu überprüfen ist, um sicherzustellen, dass elektrostatisch empfindliche Bauelemente mit einer Festigkeitsschwelle von 100 V (Human Body Model) oder höher mit einem minimalen Schädigungsrisiko infolge elektrostatischer Phänomene gehandhabt werden können.

Normale Vorsichtsmaßnahmen, festgelegt in diesem Report, sind anwendbar für Bereiche mit Reinraumtyp höher als Klasse 5 nach ISO 14644-1. Alternative Vorsichtsmaßnahmen können erforderlich sein in Reinräumen Klasse 5 oder niedriger nach ISO 14644-1, wenn die Kontamination als Folge der Anwendung der in diesem Bericht festgelegten Maßnahmen entsteht.

Obwohl dieser Technische Report keine Anforderungen für den Personenschutz enthält, werden alle Betroffenen darauf hingewiesen, alle lokalen Statuten/Anforderungen bezüglich Gesundheit und Sicherheit aller Personen an allen Arbeitsplätzen zu erfüllen, inkl. der in diesem Technischen Bericht abgedeckten Arbeitsplätze. Allgemein gibt es keinen minimalen Widerstandswert für den Schutz von ESDS (siehe 3.2). Ein minimaler Widerstandswert kann jedoch für den Personenschutz gefordert sein. Siehe auch die entsprechenden Anforderungen und/oder Publikationen IEC 61010, IEC 60479, IEC 60536, IEC 60364.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60093:1980, *Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials*

IEC 60167:1964, *Methods of test for the determination of the insulation resistance of solid insulating materials*

IEC 60364 (all parts), *Electrical installations of buildings*

IEC 60417:1973, *Graphical symbols for use on equipment – Index, survey and compilation of the single sheets*

IEC 60479-1:1994, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60479-2:1987, *Effects of current on human beings and livestock – Part 2: Special aspects*

IEC 60536:1976, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock*

IEC 61010-1:1990, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61340-4-1:1998, *Electrostatics – Part 4-1: Standard test methods for specific applications – Electrostatic behaviour of floor coverings and installed floors*

IEC 61340-5-2, –, *Electrostatics – Part 5-2: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – User guide¹⁾*

ISO 14644-1, –, *Cleanrooms and associated controlled environment – Part 1: Classification of air cleanliness²⁾*

3 Definitionen

Für die Anwendung dieses Technischen Reports gelten die folgenden Definitionen.

3.1

Elektrostatische Entladung (ESD)

Übergang von Ladung zwischen Körpern mit verschiedenen elektrostatischen Potentialen, verursacht durch direkten Kontakt oder beeinflusst durch ein elektrostatisches Feld

3.2

Bauelement, das gegen elektrostatische Entladungen empfindlich ist (ESDS)

diskretes Bauelement, integrierte Schaltung oder Baugruppe, die durch elektrostatische Felder oder elektrostatische Entladung während routinemäßiger Handhabung, Prüfung und Transport beschädigt werden kann

1) wird veröffentlicht

3.3

Anschließen

das Verbinden nicht-isolierender Elemente mit Hilfe von Leitern

3.4

Reinraum

Bereich mit einer festgelegten maximalen Anzahl und Größe von Luftteilchen pro Volumeneinheit

3.5

Bauelement-Gefährdungsspannung

jede Spannung, die geeignet ist, ein Bauelement zu beschädigen

3.6

ESD-Schutzzone (EPA)

Bereich, in dem ESDS mit einem akzeptablen Schädigungsrisiko durch elektrostatische Entladungen oder Felder gehandhabt werden können

3.7

EPA-Erdungspunkt (EBP)

festgelegter Punkt, an den eine EPA-Ausrüstung angeschlossen werden kann

3.8

EPA-Erde

das im Arbeitsbereich eingerichtete einheitliche Potential, das sicherstellt, dass das elektrische Potential der gehandhabten Gegenstände und aller Sachen, mit denen sie in Kontakt kommen könnten, das gleiche ist

3.9

EPA-Erdungskabel

elektrische Verbindung zwischen dem EPA-Erdungspunkt, der Arbeitsoberfläche oder anderen Ausrüstungsgegenständen und der EPA-Erdungseinrichtung

3.10

EPA-Erdungseinrichtung

gemeinsame Einrichtung, an die alle Elemente in der ESD-Schutzzone elektrisch leitend angeschlossen sind

3.11

ESDS-Spannungsempfindlichkeitsschwelle

die maximale Spannung, bei der die ESDS keinen ESD-Schaden erleiden

3.12

ESDS-Spannungsempfindlichkeitsschwelle einer Baugruppe

das empfindlichste ESDS auf einer Baugruppe

3.13

Arbeiten im Feldbereich

Handhabung von ESDS innerhalb einer zeitweiligen EPA

3.14

Bekleidung

Mantel, Jacke, Kittel, Kapuze, Hose, Overall oder Mütze

3.15

Erde

die leitfähige Masse der Erde, deren elektrisches Potential an jedem Punkt konventionell als Null angenommen wird

3.16

Erdungspunkt

festgelegter Punkt, der an die EPA-Erde angeschlossen werden kann

3.17

Verpackungsmaterialien

Materialien, in die ESDS für Transport oder Lagerung verpackt werden, inklusive Beutel, Schachteln, Kisten, Umhüllungen, Magazine, Polsterungen, Schaumstoffe, loses Füllmaterial etc.

3.17.1

Direkt anliegende Verpackung

Material mit Kontakt zum ESDS

3.17.2

Umhüllende Verpackung

Material, das keinen Kontakt zum ESDS hat, das aber verwendet wird, um ein oder mehrere Bauelemente zu umhüllen

3.17.3

Sekundärverpackung

Material, das hauptsächlich dazu verwendet wird, um der Außenseite der umhüllenden Verpackung zusätzlichen physikalischen Schutz zu bieten

3.18

Verpackungseigenschaften

ANMERKUNG Für Prüfbedingungen siehe [Anhang A](#).

3.18.1

„low charging“ (gering aufladbar)

Verpackung mit der Eigenschaft, die Ladungsgenerierung zu minimieren

ANMERKUNG Die Begriffe astatisch und antistatisch sollten wegen der unterschiedlichen existierenden Bedeutungen vermieden werden; deshalb wird in dieser Veröffentlichung der Begriff „low charging“ (gering aufladbar) verwendet.

3.18.2

Schirmwirkung gegen elektrostatische Entladung

Sperre oder Einhüllung, die den Stromdurchgang begrenzt und die Energie einer elektrostatischen Entladung derart dämpft, dass die maximale Energie einer Human-Body-Model-Entladung von 1000 V höchstens 50 nJ beträgt

ANMERKUNG Siehe [A.6](#).

3.18.3

Elektrostatisch leitfähig

Verpackung mit einem Oberflächenwiderstand $\geq 1 \times 10^2 \Omega$ und $< 1 \times 10^5 \Omega$

3.18.4

Elektrostatisch ableitend

Verpackung mit einem Oberflächenwiderstand $\geq 1 \times 10^5 \Omega$ und $< 1 \times 10^{11} \Omega$

3.18.5

Isolierend

Verpackung mit einem Oberflächenwiderstand $\geq 1 \times 10^{11} \Omega$

3.19

Triboelektrische Aufladung

elektrischer Aufladungsvorgang, bei dem Ladung durch Kontakt und Trennung zweier Oberflächen generiert wird, wobei die Oberflächen fest, flüssig oder gasförmig (mit Teilchen) sein können

4 Schilder und Kennzeichnung

4.1 Kennzeichnung

4.1.1 ESDS-Kennzeichnung

Wenn die ESDS gekennzeichnet sind, muss das Kennzeichen in Übereinstimmung mit den [Bildern 1, 2 oder 3](#) sein. Zusätzliche Informationen können hinzugefügt werden, aber nicht in einer Art und Weise, dass sie vom Warnhinweis ablenken.

4.1.2 Verpackungskennzeichnung

Verpackungen, die für den Gebrauch in einer EPA zugelassen sind, müssen wie in [Bild 4](#) gezeigt gekennzeichnet sein. Wo zweckmäßig, muss die folgende Kennzeichnung auf der Verpackung sein und muss erwähnen:

- Name oder Firmenzeichen des Herstellers;
- Losidentifizierungsnummer, anhand der das Herstellungsdatum zurückverfolgbar ist.

4.1.3 Gerätekenzeichnung

Geräte oder andere Gegenstände, die im Abschnitt 5 festgelegt sind und die regelmäßig die EPA-Grenzen überschreiten, müssen nach [Bild 5](#) gekennzeichnet sein.

4.2 Dokumentation

Wo zweckmäßig, müssen alle Dokumentationen, die sich auf Gebrauch, Spezifikation, Entwurf, Beschaffung und Bewegung von ESDS beziehen, Einzelheiten enthalten, die den Empfänger darauf hinweisen oder warnen, dass der Gegenstand ein ESDS ist.

4.3 Schilder für ESD-Schutzonen (EPA)

4.3.1 EPA ohne freiliegende Leiter mit einem Potential größer 250 V Wechselspannung oder 500 V Gleichspannung

Schilder wie in [Bild 6](#) müssen für die Mitarbeiter deutlich zu sehen sein, bevor sie die EPA betreten und, wenn anwendbar, auch von innerhalb der EPA. Wenn anwendbar, müssen Schilder nach [Bild 8](#) die Grenzen der EPA kennzeichnen.

Die Schilder müssen mindestens alle gezeigten Bestandteile aufweisen; zusätzliche Angaben können hinzugefügt werden, aber nicht derart, dass sie von der grundsätzlichen Warnung ablenken.

ANMERKUNG Wenn anwendbar, sollen Schilder wie in [Bild 10](#) für das Personal gut sichtbar sein, bevor sie die EPA verlassen. Die Schilder müssen mindestens eine Größe von 300 mm × 150 mm haben.

4.3.2 EPA mit freiliegenden Leitern mit einem Potential größer 250 V Wechselspannung oder 500 V Gleichspannung

Schilder wie in [Bild 7](#) müssen für das Personal deutlich zu sehen sein, bevor sie die EPA betreten.

ANMERKUNG Wenn anwendbar, sollen Schilder wie in [Bild 10](#) für das Personal gut sichtbar sein, bevor sie die EPA verlassen.

4.4 Kennzeichnung von EPA-Erdungspunkten (EBP)

Alle EBP müssen gekennzeichnet oder etikettiert sein (siehe [Bild 9](#)).

5 ESD-Schutzzone (EPA)

5.1 Gestaltung

5.1.1 Allgemein

Alle dauerhaften EPAs müssen definierte Grenzen haben. Gegenstände oder Aktivitäten innerhalb der EPA dürfen den ESDS keinen signifikanten Schaden zufügen.

EPAs können viele Formen, einschließlich der folgenden haben:

- eine Werkbank;
- ein Lager;
- ein Arbeitsbereich;
- ein Feldarbeitsbereich;
- ein Arbeitsplatz und ein Gerät (z. B. Lötschwallbad).

5.1.2 Verantwortlichkeiten

Der ESD-Beauftragte (siehe [9.2](#)) muss für die Definition der Grenzen, Auswahl von Bestandteilen und Beschaffenheit und Zertifizierung jeder EPA verantwortlich sein.

Der Entwurf einer EPA und die Auswahl von Geräten, Materialien und benutzten Gegenständen muss in der Verantwortung des ESD-Beauftragten liegen.

Eingesetzte Ausrüstungsgegenstände müssen die Anforderungen von 5.2 erfüllen.

5.1.3 Hochspannungs-EPA

EPAs, die freiliegende Leiter mit einem Potential größer als 250 V Wechselspannung oder 500 V Gleichspannung beinhalten, müssen Warnhinweise nach einschlägiger nationaler Gesetzgebung aufweisen.

5.2 Anforderungen für spezielle ESD-Schutzgegenstände

5.2.1 Allgemein

Wenn spezielle ESD-Schutzgegenstände innerhalb der EPA benutzt werden, müssen sie die in [5.2.2 bis 5.2.11](#) beschriebenen Eigenschaften besitzen, die nach den in [Anhang A](#) beschriebenen Prüfverfahren gemessen werden müssen. Sie müssen die in [5.2.2 bis 5.2.11](#) beschriebenen Eigenschaften haben, gemessen bei der höchsten

und niedrigsten zu erwartenden oder geschätzten Luftfeuchte. In den folgenden Abschnitten dieses Technischen Reports werden diese Gegenstände als ESD-Schutzgegenstände bezeichnet.

5.2.2 Arbeitsoberflächen und Lagerregale

Alle Arbeitsoberflächen und Lagerregale, auf denen ungeschützte ESDS abgelegt werden können, müssen an EPA-Erde angeschlossen werden können und müssen einen Punkt-zu-Punkt-Widerstand und einen Widerstand zur EPA-Erde nach [Tabelle 1](#) haben.

5.2.3 Fußböden

Alle Fußbodenoberflächen müssen einen Widerstand nach [Tabelle 1](#) von ihrer Oberfläche zur EPA-Erde haben.

5.2.4 Sitzgelegenheiten

Der Widerstand von allen Bereichen der Sitzgelegenheit, die bei normaler Benutzung mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen könnte, zu einem Fußbodenkontaktpunkt oder einem Erdungspunkt muss [Tabelle 1](#) entsprechen.

Wenn der Fußboden als Teil des Erdungssystems verwendet wird, müssen mindestens zwei Räder oder zwei Füße einen Pfad zur EPA-Erde haben.

5.2.5 Kleidung

Mäntel, Jacken, Kittel und Overalls müssen alle Kleidungsstücke im Bereich der Arme und des Oberkörpers abdecken.

Es muss elektrische Verbindung zwischen allen Teilen der Bekleidung bestehen. Die Kleidung muss an der nach außen gerichteten Seite Eigenschaften nach [Tabelle 1](#) aufweisen.

Kleidung, die ESD-Anforderungen erfüllt, muss deutlich gekennzeichnet sein.

ANMERKUNG Die Kennzeichnung mit dem ESD-Symbol in [Bild 5](#) wird empfohlen.

5.2.6 Handschuhe und Fingerlinge

Handschuhe und Fingerlinge müssen im getragenen Zustand mit [Tabelle 1](#) übereinstimmen.

5.2.7 Handgelenkerdungsband

Das Handgelenkerdungsband muss aus einem Band bestehen, das das Handgelenk eng umschließt, und einem Kabel, um das Band mit dem EBP zu verbinden. Das Handgelenkerdungsband muss eine Schnellöffnungsverbindung eingebaut haben.

Das Handgelenkband muss aus einem Material hergestellt sein, das zwischen innerer Oberfläche und seinem Erdungspunkt einen Widerstand nach [Tabelle 1](#) aufweist.

Das Kabel muss, wenn es angeschlossen ist, elektrisch mit der inneren Oberfläche des Bandes verbunden sein. Wenn das Kabel an das Band angeschlossen ist, müssen alle leitfähigen Teile des Verbindungssystems mit einem isolierenden oder ableitfähigen Mantel umgeben sein.

Das Kabel muss aus einem Leiter bestehen, der mit isolierendem oder ableitfähigem Material ummantelt ist.

Das Kabel muss mit einem Anschluss passend zum EBP versehen sein und muss mindestens einen isolierten Strombegrenzungswiderstand haben. Der Widerstand von einem Ende zum anderen („end-to-end resistance“) muss [Tabelle 1](#) entsprechen. Bei Kabel mit nur einem Widerstand muss der Widerstand in das für das Handgelenk bestimmte Ende des Kabels eingebaut sein.

Der Gesamt Widerstand von der Hand zum EBP muss [Tabelle 1](#) entsprechen.

Wenn das Kabel in EPAs mit freiliegenden Leitern mit Potentialen größer 250 V Wechselspannung oder 500 V Gleichspannung verwendet wird, muss das höchste zulässige Potential auf dem Kabel angegeben sein.

5.2.8 Schuhwerk

Das Schuhwerk muss so beschaffen sein, dass für jedes Teil der Widerstand vom Träger des Schuhs zu EPA-Erde [Tabelle 1](#) entspricht.

5.2.9 Ionisatoren

Ionisatoren müssen Ladungen beider Polaritäten auf Gegenständen nach [Tabelle 1](#) auf weniger als 100 V reduzieren und halten.

5.2.10 Werkzeuge, Maschinen, Materialverteiler und Prüfgeräte

Werkzeuge für den Gebrauch innerhalb der EPA müssen, soweit es zweckmäßig ist, derart konstruiert sein, dass sie elektrostatische Ladung weder generieren noch halten und [Tabelle 1](#) entsprechen.

Alle Werkzeuge und Maschinen, z. B. elektrische, mechanische oder pneumatische, müssen so konstruiert sein, dass jedes nicht-isolierte Teil des Werkzeugs oder der Maschine, das in Berührung mit einem ESDS kommen könnte, auf EPA-Erdpotential liegt.

Alle elektrischen LötKolben, die innerhalb der EPA benutzt werden, müssen mit einer geerdeten Lötspitze ausgerüstet sein.

5.2.11 Roll- und Handwagen

Wenn Roll- und Handwagen für den Transport ungeschützter ESDS oder als transportable Arbeitsoberfläche benutzt werden, müssen sie den Anforderungen von 5.2.2 entsprechen und einen Erdanschlusspunkt aufweisen.

5.3 Aufbau einer EPA

5.3.1 Allgemein

Ein Beispiel einer typischen EPA ist in Bild 11 gezeigt. Das Schaltbild eines EPA-Erdungssystems ist in Bild 12 gezeigt.

5.3.2 EPA-Erdungseinrichtung

Die EPA-Erdungseinrichtung muss über einen niederohmigen Pfad ($< 2 \Omega$) an EPA-Erde angeschlossen werden. Wenn verfügbar, muss der Schutzleiter verwendet werden.

5.3.3 EPA-Erdungsanschlusspunkt (EBP)

Ein leicht zugänglicher und ausgewiesener EBP für das Handgelenkerdungsband muss an jedem Arbeitsplatz oder jeder Arbeitsoberfläche angebracht sein.

Es muss eine ausreichende Anzahl von EBP für Mitarbeiter und Besucher vorhanden sein.

Ein EBP muss an die EPA-Erdungseinrichtung über einen Widerstand von max. $1 M\Omega$ angeschlossen sein (siehe Bild 12). Das EBP-Verbindungssystem darf nicht kompatibel sein zu einem anderen Verbindungssystem, das für andere Zwecke als Erdung in der EPA verwendet wird.

Die elektrisch leitenden Teile des Verbindungssystems müssen so ausgeführt sein, dass sie von Isolationsmaterial umgeben sind, wenn das Kabel an den EBP angeschlossen und in Gebrauch ist.

Der EBP muss deutlich gekennzeichnet sein, wie in Bild 9 gezeigt ist.

5.3.4 EPA-Erdungskabel

EPA-Erdungskabel müssen für elektrische Verbindungen zwischen Erdungspunkten und der EPA-Erdungseinrichtung verwendet werden.

Wenn ein einzelner Widerstand im EPA-Erdungskabel verwendet wird, muss sich dieser in der Nähe des Erdungspunktes befinden. Wo mehr als ein Widerstand verwendet wird, muss ein Widerstand mit einem Wert von mindestens der Hälfte des Gesamt Widerstandes in der Nähe des Erdungspunktes sein.

Wenn zugänglich, muss das EPA-Erdungskabel und die zugehörige Erdanschlussverbindung mit isolierendem Material überzogen sein.

5.3.5 Elektrostatische Felder

Siehe IEC 61340-5-2.

5.3.6 Konformitätsbescheinigung

Wenn die EPA fertiggestellt oder abgeändert wird, muss der ESD-Beauftragte die Einrichtung in Übereinstimmung mit Abschnitt 10 und Tabelle 3 auditieren, um zu bestätigen, dass die Anforderungen von Abschnitt 10 eingehalten werden. Er muss sicherstellen, dass eine Erstkonformitätsbescheinigung ausgestellt wird, bevor die EPA benutzt wird. Ein Beispiel für eine Konformitätsbescheinigung ist in Bild 13 gezeigt. Eine Auflistung und der Standort aller EPA-Geräte muss erstellt und gepflegt werden, wie das Beispiel von Tabelle 4 zeigt.

Alle Umstände, wo Kompromisse zu diesem Technischen Report nötig waren, um den Arbeitsanforderungen Genüge zu leisten, müssen auf der Konformitätsbescheinigung vermerkt werden, zusammen mit allen weiteren Geräten und/oder festgelegten Verfahren, um die nötigen Vorsichtsmaßnahmen festzulegen.

5.4 Arbeiten im Feld

Alle Arbeiten im Feld müssen sich an die für Arbeiten in der permanenten EPA festgelegten Anforderungen in Bezug auf Materialqualität, Schulung, Kennzeichnung, Verpackung und persönliche Verantwortlichkeit halten.

Arbeiten im Feld müssen nach den Anforderungen von 5.3 durchgeführt werden.

Der Mitarbeiter, vorübergehend aufgebaute Arbeitsoberflächen und Fußbodenbeläge und das zu wartende Gerät müssen miteinander verbunden und, wenn durchführbar, an die EPA-Erde angeschlossen werden (siehe Bilder 14 und 15).

Wenn ESDS aus Geräten entnommen und zu einer vorübergehend aufgebauten Arbeitsoberfläche gebracht werden, die sich entfernt vom Gerät befindet, müssen die ESDS in Schutzverpackungen nach Tabelle 2 gelegt werden.

Defekte ESDS, die eventuell für eine Fehleranalyse oder Reparatur benötigt werden, müssen in Schutzverpackung gelegt werden, bevor sie die EPA verlassen.

5.5 EPA-Arbeitspraktiken

Die Hauptmaßnahme zur Personenerdung muss normalerweise das an den EBP angeschlossene Handgelenkerdungsband sein. Wenn der Einsatz eines Systems mit Handgelenkerdungsband nicht anwendbar ist, müssen der Fußboden (siehe 5.2.3 und Tabelle 1) und das Schuhwerk (siehe 5.2.8) Hauptmaßnahme zur ESD-Kontrolle sein.

Wenn spezielle Kleidung verwendet wird, muss sie 5.2.5 entsprechen und muss stets geschlossen getragen werden.

Alle Personen, einschließlich Besucher, die die EPA betreten, müssen die in diesem Abschnitt beschriebenen Anforderungen erfüllen.

Als defekt eingestufte ESDS müssen bis zum Zeitpunkt der Entsorgung genauso geschützt werden wie alle anderen ESDS.

Alle Nicht-ESDS, die in die EPA eingebracht werden, müssen nach Tabelle 2 verpackt sein.

Schriftstücke innerhalb der EPA müssen entweder in Behältern nach den Anforderungen von Tabelle 2 aufbewahrt werden oder dürfen kein Feld erzeugen, das oberhalb des in 5.3.5 festgelegten Wertes liegt.

Es dürfen nur Reinigungsmaterialien oder -vorgänge verwendet werden, die die Eigenschaften der ESD-Schutzmaterialien nicht verschlechtern.

6 Schutzverpackung

Verpackungen müssen die in Tabelle 2 beschriebenen Eigenschaften haben, gemessen bei der höchsten und niedrigsten zu erwartenden oder festgelegten relativen Luftfeuchte.

Die äußere Oberfläche aller umhüllenden Verpackungen, die in die EPA eingebracht werden, darf nicht isolierend sein.

Die elektrischen Eigenschaften in Tabelle 2 müssen während Gebrauch, Lagerung, Transport, Verteilung oder Anwendung bis zum Zeitpunkt der Wiederverwendung aufrechterhalten werden.

Die Hauptfunktionen der Schutzverpackung außerhalb der EPA sind:

- Begrenzung der triboelektrischen Aufladung;
- Abschirmung elektrostatischer Felder und Entladungen.

Die Verpackung muss Ladung zur EPA-Erde abfließen lassen können, wenn sie in die EPA eingebracht wird.

ANMERKUNG Dies kann durch die Verwendung getrennter Komponenten erreicht werden oder in einer einzigen Verpackung vereint sein, wie z. B. beim „elektrostatisch abschirmenden Beutel“.

Schutzverpackung muss nach 4.1.2 gekennzeichnet sein.

Eigenschaften, die in Tabelle 2 gefordert werden, müssen mit den Messverfahren aus Anhang A überprüft werden.

7 Einkauf, Wareneingang, Lagerung und Handhabung

7.1 Allgemein

Schutzmaßnahmen gegen Elektrostatik müssen bei der Handhabung in allen Bearbeitungsschritten angewendet werden, vom Wareneingang bis zum endgültigen Versand.

Zusätzlich zu den Schulungsanforderungen von Abschnitt 8 müssen alle Mitarbeiter im Wareneingang unterrichtet werden, wie ESDS zu erkennen und handzuhaben sind. Die Bedeutung von Kennzeichen und Schildern aus diesem Technischen Report müssen allen Mitarbeitern erklärt werden.

7.2 Einkauf

Alle Bestellungen von Bauelementen und Teilen, die spezielle Handhabungsvorschriften zum Schutz vor Elektrostatik erfordern, müssen auf die Anforderungen in diesem Technischen Report hinweisen (siehe 9.3). Sowohl Verpackungsmaterialien als auch Verpackungsaktivitäten müssen durch diese Anforderungen abgedeckt werden. Alle Mitarbeiter im Einkauf müssen eine ihrer Tätigkeit entsprechende Schulung erhalten (siehe 8.2).

7.3 Eingang und Lagerung

ESDS, die ohne eine diesem Technischen Report entsprechende Verpackung, Warnhinweise eingeschlossen, angeliefert werden, müssen als nicht diesem Technischen Report entsprechend eingestuft werden. Entsprechende Maßnahmen müssen eingeleitet werden.

Beim Eingang müssen von der Verpackung alle äußeren Verpackungen entfernt werden, bis ESD-Warnhinweise zu sehen sind. Nicht ESD-gerechte Verpackungsmaterialien dürfen nicht in die EPA eingebracht werden.

Verpackungen mit ESDS-Warnschildern müssen in eine EPA gebracht werden, bevor weiter ausgepackt wird.

7.4 Auspacken, Kontrolle und Lagerung innerhalb der EPA

Warnaufkleber müssen für alle Verpackungen verwendet werden, die ESDS enthalten. Wenn diese entfernt wurden, um Zugang zum Inhalt zu erhalten, müssen neue Warnaufkleber verwendet werden, um die Verpackungen wieder zu versiegeln.

8 Schulung

8.1 Entsprechend strukturierte ESD-Schulung

Eine entsprechend strukturierte ESD-Schulung muss für alle Mitarbeiter vorbereitet werden, die ESDS auf irgendeine Art spezifizieren, bestellen, entwerfen, kennzeichnen oder handhaben oder es wahrscheinlich tun werden, inklusive derer, die sie leiten und überwachen. Besonderes Augenmerk soll auf die Schulung der Mitarbeiter gelegt werden, die Arbeiten im Feld durchführen (siehe 5.4). Subunternehmer, Reinigungspersonal und zeitweilige Mitarbeiter müssen sensibilisiert werden oder eine Schulung entsprechend ihrer Tätigkeit erhalten. Besucher müssen auf die örtlichen ESD-Handhabungsvorschriften hingewiesen werden.

8.2 Mitarbeiterschulung

Mitarbeiter müssen geschult werden, um Materialien, Geräte und Verfahren nach diesem Technischen Report effektiv anwenden zu können und um zu verstehen, warum elektrostatische Vorsichtsmaßnahmen gebraucht werden.

8.3 Grundunterweisung

Die Schulung muss Teil der Grundunterweisung für Mitarbeiter sein.

8.4 Elemente zur Berücksichtigung in der Schulung

Theorie der Aufladungsursachen;

Grundlagen über elektrostatische Entladungen;

spezielle Handhabungsverfahren;

Schutzelemente;

Erkennen von ESDS in Geräten;

Grenzen des verwendeten Schutzes;

ESDS-Empfindlichkeit;

Mitarbeiter müssen im Gebrauch neuer Techniken, Prozesse und Geräte vor deren Einführung geschult werden;

Konflikte mit Sicherheitsanforderungen;

Vorsichtsmaßnahmen bei Hochspannung, wenn die EPA freiliegende Leiter mit einem Potential größer 250 V Wechselspannung oder 500 V Gleichspannung enthält;

Kenntnis von diesem Technischen Report.

8.5 Wiederholungsschulung

Wiederholungsschulungen müssen in festgelegten Abständen durchgeführt werden (siehe 9.2), die für die Organisation geeignet und durch den ESD-Beauftragten festgelegt sind.

8.6 Liste geschulter Mitarbeiter

Es muss eine Liste der Mitarbeiter geführt werden, die nach den Anforderungen dieses Technischen Reports geschult wurden.

8.7 Schulung durch den ESD-Beauftragten

Die Schulung muss vom ESD-Beauftragten oder einer von ihm bevollmächtigten Person durchgeführt werden.

9 Qualitätsverantwortung

9.1 Verantwortlichkeiten

9.1.1 Betriebsleitung

Die Betriebsleitung ist für die Einführung aller in diesem Technischen Report beschriebenen Schutzmaßnahmen und für die Ernennung eines ESD-Beauftragten verantwortlich.

9.1.2 Mitarbeiter

In der Arbeitsumgebung sind die Personen die Hauptursache für Ladungsgenerierung, weshalb alle Mitarbeiter eine grundlegende Verantwortung zur Einhaltung der in diesem Technischen Report festgelegten Vorsichtsmaßnahmen haben.

Es liegt in der Verantwortung aller, die mit ESDS in Berührung kommen, sich der elektrostatischen Gefährdung der Zuverlässigkeit von elektronischen Produkten bewusst zu sein. Sie müssen den ESD-Beauftragten (siehe 9.2) auf alle Aspekte elektrostatischer Handhabung hinweisen, die als unzureichend angesehen werden und, wenn möglich, Vorschläge für Verbesserungen machen.

9.1.3 Management

Das Management ist verantwortlich für die Gewährleistung, dass:

- alle betroffenen Mitarbeiter geschult werden und dass die Schulung für den jeweiligen Anwendungsbereich geeignet ist;
- die zeitlichen Abstände der Wiederholungsschulung 8.5 entsprechen müssen;
- eine Liste der geschulten Mitarbeiter aktualisiert und gepflegt werden muss;
- die Überprüfung, Beaufsichtigung und Pflege der EPA und alle Angelegenheiten, die sich auf die Handhabung von ESDS beziehen, durchgeführt werden (siehe 9.1).

9.2 ESD-Beauftragter

An allen Standorten muss ein ESD-Beauftragter ernannt sein, der für alle Angelegenheiten des ESD-Schutzes und für die Einführung dieses Technischen Reports verantwortlich ist. Der Beauftragte muss dies tun durch:

- Erstellen und Pflegen einer Liste freigegebener ESD-Schutzelemente und Geräte (siehe Tabelle 4);
- Sicherstellen, dass die Schulung den Anforderungen von Abschnitt 8 entspricht;
- Sicherstellen, dass dieser Technische Report eine interne Verfahrensanweisung, die den Anforderungen dieses Technischen Reports entspricht, allen betroffenen Mitarbeitern zur Verfügung steht;
- Bereitstellung von Unterstützung, wenn ESD-bezogene Probleme gefunden oder erwartet werden.

Wenn nötig, bestimmt der ESD-Beauftragte Stellvertreter.

9.3 Beschaffung von ESD-Schutzelementen

9.3.1 Auswahl von ESD-Schutzelementen

Die Verantwortung für die Auswahl von ESD-Schutzelementen muss festgelegt sein, um sicherzustellen, dass:

- alle für den Gebrauch in Betracht kommenden ESD-Schutzmaterialien und -Produkte den Anforderungen dieses Technischen Reports entsprechen;
- die Elemente, die wirklich geliefert werden, den Anforderungen dieses Technischen Reports entsprechen und in der Lage sind, die geforderte Aufgabe unter den Bedingungen zu erfüllen, die innerhalb einer vorhandenen Einrichtung gegeben sind;
- die in Gebrauch befindlichen Produkte diesem Technischen Report während ihrer vorgesehenen Gebrauchsdauer entsprechen.

9.3.2 Qualifizierte Schutzelemente

Die ESD-Schutzelemente können durch eine der folgenden Verfahren qualifiziert werden:

- interne Qualifizierung des Anwenders;
- Qualifizierung durch Dritte;
- Qualifizierungsprüfung durch den Zulieferer und Bereitstellung einer Konformitätsbescheinigung;
- Vertrauen in den Zulieferer, unterstützt durch Daten.

9.3.3 Protokolle zur Beschaffung

Der Beschaffer muss ein Verzeichnis über die momentan verwendeten ESD-Schutzelemente der zugehörigen Lieferquellen pflegen. ESD-Schutzelemente müssen nach dem in 9.3.1 beschriebenen Verfahren ausgewählt werden, bevor sie in dieses Verzeichnis aufgenommen werden.

9.3.4 Beschaffung von ESDS und Arbeiten von Subunternehmern

Die für die Beschaffung von ESDS Verantwortlichen müssen sicherstellen, dass:

- die entsprechenden Anforderungen dieses Technischen Reports für alle Anschaffungen aufgenommen sind, die sich auf die Handhabung aller ESDS beziehen;
- alle Subunternehmer und Lieferanten von ESDS in den Bereichen ihrer individuellen Verantwortlichkeiten den Anforderungen dieses Technischen Reports oder anderen Anforderungen entsprechen, die der ESD-Beauftragte als annehmbar ansieht.