



ESD – Kontrollprogramm

(ESD-Dokumentation, Auftrag gemäß Kunden-Bestellung xxx vom xxx)

auf Grundlage der Norm DIN EN 61340-5-1
„Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene“

Im Auftrag der Firma: xxx
(Organisation) xxx
 xxx

Berichtsnummer:	EKPxxx Version1.0	Datum:	xxx
gültig für den Bereich:	EPA	Auftrag:	ESD -Kontrollprogramm
Auftraggeber:	xxx		
durchführende Person:	xxx		
vorliegende Dokumentation: EPA-Prüfbericht			

Inhalt:		Seite
1.0 Einleitung		2
1.1 Anwendungsbereich		2
1.2 Personensicherheit		3
2.0 ESD – Kontrollprogramm		4
2.1 ESD – Koordinator		5
2.2 Schulungsplan		5
2.3 Erdungs- / Potentialausgleichsystem		6
2.4 ESD – Empfindlichkeit		6
2.5 ESDS Warenfluss		7
2.6 Personenerdung		8
2.6.1 Kontrollelemente		9
2.6.2 Messtechnik		11
2.7 ESD – Schutzzone		13
2.7.1 Schutzzonenplan		14
2.7.2 Kontrollelemente		16
2.7.3 Messtechnik		17
2.8 Kontrollplan		21
2.9 Verpackung und Kennzeichnung		22
3.0 Abschluss		23
Übersicht der Abkürzungen und Begriffe		24
Normative Verweise		25
Anlage A „ESD – Koordinatorbeauftragung“		26
Anlage B „Schulungsplan“		27



1. Einleitung

Nachfolgende Punkte erläutern die Anforderungen für den Entwurf, die Erstellung, die Einrichtung und die Aufrechterhaltung eines QM - Systems gegen elektrostatische Entladung (ESD).

Betroffen sind Aktivitäten, bei denen elektrische oder elektronische Teile, Komponenten und Geräte, die eine Empfindlichkeit gegen Schädigung durch elektrostatische Entladungen von 100 Volt oder mehr nach Human Body Model aufweisen, hergestellt, verarbeitet, montiert, installiert, verpackt, gekennzeichnet, gewartet, erprobt, geprüft oder auf eine andere Art und Weise gehandhabt werden. Dabei ist zu beachten, dass jeder Kontakt und die physikalische Trennung von Materialien oder Bewegung von festen Stoffen, Flüssigkeiten oder teilchengeladenen Gasen elektrostatische Ladung erzeugt. Zu häufigen Ursachen von elektrostatischen Entladungen gehören aufgeladene Personen, Kunststoffe und Geräte bzw. Maschinen. ESD-Schäden können auftreten, wenn:

- eine aufgeladene Person oder ein aufgeladener Gegenstand in Kontakt mit einem ESD-empfindlichen Bauelement kommt.
- ein durch ein E-Feld aufgeladenes ESD-empfindliches Bauelement in Kontakt mit einer hochleitfähigen Oberfläche kommt (harte Entladung bei Charged Device Model)
- ein ESD-empfindliches Bauteil durch Reibung und Trennung aufgeladen wurde und es zum Kontakt mit einer hochleitfähigen Oberfläche kommt (harte Entladung bei Charged Device Model)

1.1 Anwendungsbereich

Die Norm DIN EN 61340-5-1 (IEC 61340) bezieht sich auf ESD-Ereignisse nach dem **Human-Body** und **Charged-Device-Model** gemäß DIN EN 61340.

Hierbei hat ein Objekt Ladung aufgenommen, z.B. durch das Gehen über einen Teppichboden und gibt diese bei Berührung an ein elektronisches Bauteil bzw. Baugruppe ab.

Der Zweck dieser Norm ist es, die administrativen und technischen Anforderungen zur Erstellung, Einführung und Aufrechterhaltung eines ESD-Kontrollprogramms bereitzustellen.

Die Norm DIN EN 61340 gilt nicht für elektrisch gezündete, explosive Teile, brennbare Flüssigkeiten, Gase und Pulver.



1.2 Personensicherheit

Die in diesem Dokument beschriebenen Verfahren und Gerätschaften können Personen gefährlichen elektrischen Bedingungen aussetzen. Anwender sind dafür verantwortlich, Geräte auszusuchen, die den anzuwendenden Gesetzen, Regularien und externen wie internen Verfahrensanweisungen entsprechen. Anwender werden davor gewarnt, dass dieses Dokument keine Anforderungen für Personenschutz ersetzt oder verdrängt.

Besondere Maßnahmen sind notwendig bei Arbeiten unter offener Spannung, die größer ist als 250 Volt Wechselspannung (AC) und 500 Volt Gleichspannung (DC). Dabei gilt ein minimaler Widerstand von $7,5 \times 10^5$ Ohm pro 250 Volt AC bzw. 500 Volt DC.

Darüber hinaus wird davor gewarnt, dass Entladungen statischer Elektrizität durch den menschlichen Körper einen elektrischen Schlag verursachen können. Solche elektrischen Schläge können Schmerzen, in seltenen Fällen Verletzungen verursachen und Schreckreaktionen auslösen. Entladungen statischer Elektrizität sind von kleiner Dauer (Nanosekunden), haben hohe Spannungen (bis zu 100.000 Volt) und werden als impulsartig wahrgenommen.

In dem technischen Regelwerk T 033 (TRGS 727) von der Berufsgenossenschaft BG RCI wird davor gewarnt, dass Ladungen über $50 \mu\text{C}$ bzw. Energieentladungen über 350 mJ Personen gefährden können.



2.0 ESD – Kontrollprogramm

Die Organisation hat unterschiedliche Prozesse und ist somit auf eine Kombination aus individuellen Schutzmaßnahmen für ein optimales ESD-Kontrollprogramm angewiesen. Die Maßnahmen wurden nach technischer Notwendigkeit ausgewählt und sorgfältig in diesem ESD-Kontrollprogramm dokumentiert.

Die Organisation hat hiermit ein ESD-Kontrollprogramm entsprechend den Anforderungen der Norm DIN EN 61340-5-1 erstellt, dokumentiert, eingeführt, unterhalten und die Einführung verifiziert.

Anforderungen gemäß DIN EN 61340-5-1:

- Schulungen
- Verifizierung der Einhaltung
- Erdungs- /Anschlusssysteme
- Personenerdung
- EPA-Anforderungen
- Verpackungssysteme
- Kennzeichnungen

Das Ziel ist ein vollständig eingeführtes und integriertes Programm, das den Richtlinien des internen Qualitätssystems entspricht.

Die Dokumentation gilt als Aufzeichnung zur Durchführung und Lenkung der ESD-relevanten Prozesse (Qualitätsmanagementvorgabe). Die Originaldokumentation ist externer Herkunft und die Integration in das Qualitätsmanagementsystem bezüglich Lenkungsmaßnahmen obliegt der Organisation.



2.1 ESD – Koordinator

Eine externe Person wurde durch die Organisation beauftragt ^{*1}, mit der Verantwortung den Anforderungen dieser Norm nachzukommen.

Anforderungen an die Person:

- Einführung der Norm
- Verifizierung von ESD-Kontrollelementen
- Prüfberichte erstellen
- Ggf. Arbeitsanweisungen dokumentieren
- Interne Auditierung
- ESD-Materialien bzw. Elemente kontrollieren
ggf. ESD-Eignung von Materialien feststellen

2.2 Schulungsplan

Der Schulungsplan ^{*2} legt den Mitarbeiterkreis fest, der Schulung in Bezug auf ESD-Bewusstsein und ESD-Vorsichtsmaßnahmen benötigt. Dazu zählen Eingangs- und Wiederholungsschulungen, die vor der Handhabung mit ESD-empfindlichen Bauelementen (ESDS) stattfinden müssen. Die Art und die Wiederholungsfrequenz der ESD-Schulung wird in dem Schulungsplan definiert.

Inhalte des Schulungsplans:

- Teilnehmer
- erreichter Wissensstand
- Schulungsmethode
- Wiederholungsfrequenz

*1 Koordinator Beauftragung siehe Anlage A

*2 Schulungsplan der Organisation siehe Anlage B



2.3 Erdungs- / Potentialausgleichsystem

Um ESD-Schäden zu vermeiden, ist es nötig, Potentialunterschiede zwischen ESD-empfindlichen Bauelementen (ESDS) und anderen Leitern bzw. Potentialen wie z.B. Mitarbeitern, Handhabungsautomaten, Halterungen und beweglichen Geräten, die in Kontakt mit ESDS kommen könnten, zu verhindern. Deshalb sind alle leitfähigen und ableitfähigen Gegenstände bzw. Objekte mit einem gemeinsamen Anschluss- bzw. Erdungspunkt verbunden.

Die Organisation verwendet hierzu den Schutzleiter (PE) der elektrischen Energieversorgung als gemeinsamen Erdungspunkt für alle ESD-Kontrollelemente. Somit ist sichergestellt, dass die ESD-Kontrollelemente und alle netzbetriebenen elektrischen Geräte auf dem gleichen Potential sind. Zur Überprüfung der Schutzleiterfunktion werden in regelmäßigen Abständen die Anschlüsse nach DGUV-Vorschrift überprüft *³.

2.4 ESD – Empfindlichkeit

Die Organisation fertigt und handhabt Elektronik von der einfachen Baugruppe bzw. Bauteil bis zum komplexen elektronischen Gerät oder System. Die ESD-Schutzzonen (EPA) umfassen mehrere Bereiche (siehe EPA-Prüfbericht).

Derzeit orientiert sich die Organisation an der ESD-Norm DIN EN 61340-5-1 und die dazu beschriebenen ESD-Maßnahmen bzw. Anforderungen, die für folgende Anwendungen gelten:

<i>Model</i>	<i>Abkürzung</i>	<i>Grundempfindlichkeitsschwelle</i>
Human Body Model	HBM	≥ 100 Volt
Charged Device Model	CDM	≥ 200 Volt
isolierte Leiter (ehm. MM)	-	≥ 35 Volt

Auf Grund fehlender Information seitens der Kunden und Lieferanten bzgl. der ESD-Empfindlichkeit von bereitgestellten Bauteilen bzw. elektronischen Komponenten, ist eine genauere Risikobewertung und somit ein Ausschluss von Empfindlichkeiten unter 50 Volt aktuell nicht möglich.

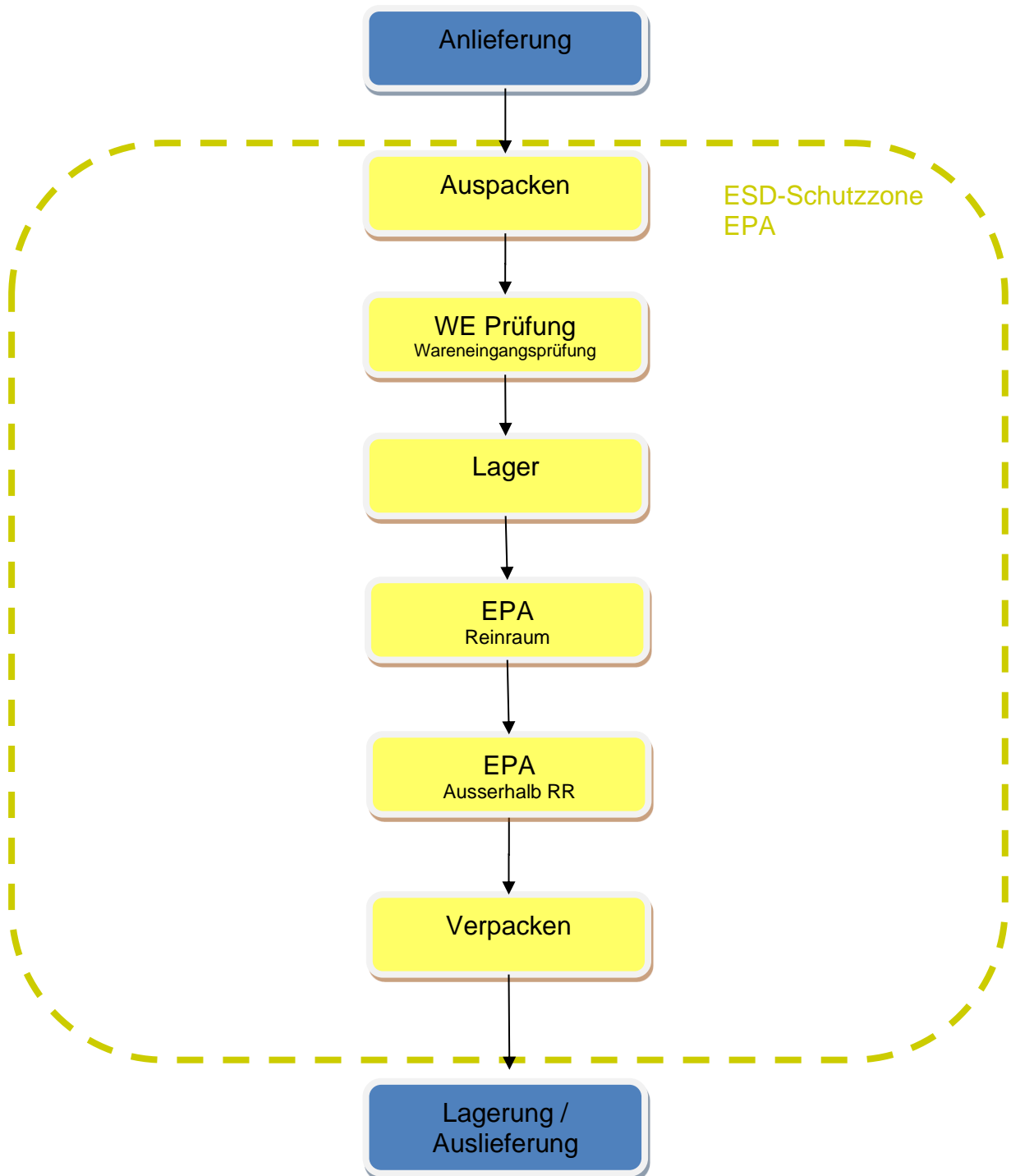
Grenzwerte des elektrostatischen Potentials:

- das E-Feld am Ort, an dem ESDS gehandhabt werden, darf 5.000 V/m (50 V/cm) nicht übersteigen; oder
- wenn das elektrostatische Potential 2.000 Volt übersteigt, muss das ESDS mindestens 30 cm davon entfernt sein; und
- wenn das elektrostatische Potential 125 Volt übersteigt, muss das ESDS mindestens 2,5 cm davon entfernt sein.

*³ siehe DGUV V3 Berichtserstattung der Organisation

2.5 ESDS Warenflussdiagramm

Zur Veranschaulichung wird nachfolgend der Warenfluss der ESD-empfindlichen Bauelemente in einem Flussdiagramm grob dargestellt. Die gelb markierten Tätigkeiten finden in einer ESD-Schutzzone (EPA) statt.



Flussdiagramm „ESDS Warenfluss“



2.6 Personenerdung

Das gesamte EPA-Personal im Umgang mit ESDS ist gemäß Anforderungen aus der Norm DIN EN 61340-5-1 / Tabelle 2 geerdet oder an das Potentialausgleichsystem angeschlossen.

Das sitzende Personal im EPA ist über ein Handgelenkbanderdungssystem mit der Erde bzw. mit dem EBP verbunden. Bei stehenden Tätigkeiten ist das Personal über das System Person / Schuhwerk / Boden geerdet.

Folgende Personenerdungsmaßnahmen sind umgesetzt worden:

- ESD-Handgelenkbanderdungssystem
- ESD-Schuhwerk / Boden System

Die Überprüfung des Person- / Schuhwerksystems und des Handgelenkbandes inkl. Spiralkabel findet mindestens 1mal täglich vor Arbeitsbeginn durch das Personal statt. Dazu dient die Prüfstation im EPA-Eingangsbereich. Bei erfolgreicher Ableitwiderstandsmessung wird der Person der EPA-Zugang gewährt. Bei einer fehlerhaften Messung wird sofort der zuständige ESD-Koordinator verständigt und ggf. das Personenschutzsystem ersetzt. Die Personenerdungsmaßnahmen zählen zur persönlichen Schutzausrüstung und werden von jedem Mitarbeiter persönlich überprüft und gepflegt.

Die Prüfstation unterliegt der Lenkung und Überwachung von Messmitteln. Zur Sicherstellung von gültigen Messergebnissen werden die verwendeten ESD Mess- bzw. Prüfgeräte in regelmäßigen Abständen kalibriert / verifiziert und dokumentiert.

2.6.1 Kontrollelemente Personenerdung

Beschreibung der verwendeten ESD-Kontrollelemente zur Personenerdung:



- Handgelenkbanderungssystem

Besteht aus drei Elementen, der Person, dem Handgelenkerdungskabel (Spiralkabel) und einem Handgelenkband. Das Handgelenkband ist ein flexibles, formangepasstes Teil, das eine zuverlässige, dauerhafte Verbindung zum Handgelenk der Person herstellt. Am Handgelenkband wird das Handgelenkerdungskabel angeschlossen, welches mit dem EBP am Arbeitsplatz verbunden ist. Dieses System ist immer bei einer sitzenden Tätigkeit im EPA anzuwenden. Um sicherzustellen, dass der Erdableitwiderstand des Personals innerhalb der Norm Spezifikation liegt, wird in der Organisation das gesamte System, vom Körper der Person bis zum Ende des Erdungskabels überprüft.

Das Handgelenkerdungssystem kann nicht durch ESD-gerechte Schuhe oder ESD-gerechte Kleidung ersetzt werden.

Die elektrische Eigenschaft ist dauernd / permanent gewährleistet.

- Unterer Grenzwert: $7,5 \times 10^5 \Omega$
- Oberer Grenzwert: $3,5 \times 10^7 \Omega$
- Messverfahren DIN EN 61340-4-6



- Earth Bonding Point (EBP) mit Anschluss an die Schutzterde (PE)

Der EBP dient als zentraler Erdungsbezugspunkt für das Handgelenkerdungskabel sowie für weitere Kontrollelemente z.B. Tischbeläge, Lötstationen, Zinnabroller usw.

Der Anschluss für das Handgelenkerdungskabel ist mit einem 1 M Ω Personensicherheitswiderstand ausgestattet.

- System Person / Schuhwerk / Boden ($R_g < 1,0 \times 10^8 \Omega$)

Um die Mobilität des Personals zu ermöglichen, wird zusätzlich die Ableitung über die Person, das Schuhwerk und dem Boden eingesetzt. Dazu zählen ESD-Kontrollschuhe, Schuh- und Fersenbänder, Schuhüberzieher und der ableitfähige ESD-gerechte Boden.

Die elektrische Eigenschaft ist dauernd / permanent gewährleistet.

- Oberer Grenzwert: $3,5 \times 10^7 \Omega$
- Messverfahren DIN EN 61340-5-1 Anhang A





- ESD-gerechte Kleidung (dient nicht zur Personenerdung)
Um mögliche Risiken durch Alltagskleidung zu vermeiden, werden in der Organisation ESD-gerechte Mäntel bzw. Anzüge verwendet, die antistatisch wirken und elektrostatische Felder einschließen. Der Kittel dient nicht zur Ableitung, sondern zum Abdecken von möglichen E-Feldern, die durch die Alltagskleidung verursacht werden (z.B. durch Polyesterfasern).

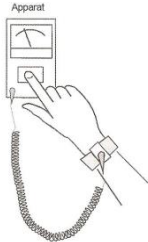
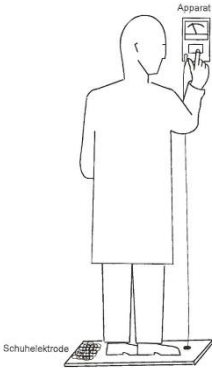
Die elektrische Eigenschaft ist dauernd / permanent gewährleistet.

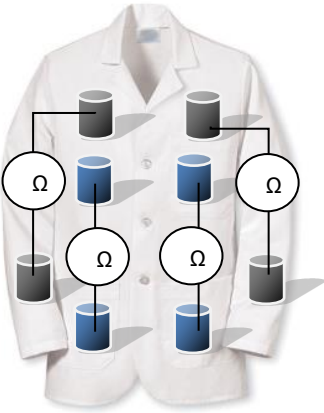
- Oberer Grenzwert: $R_{p-p} 1 \times 10^{11} \Omega$ (Punkt zu Punkt)
- Messverfahren DIN EN 61340-5-1

- Personen - Prüfstation

Das Prüfgerät für Personenerdungssysteme kontrolliert die Personenableitwiderstände für Handgelenkerdung und Schuhwerkerdung zur Zugangsüberwachung in das EPA.

2.6.2 Messtechnik Personenerdung

ESD-Kontrollelement	Verifizierung der Einhaltung			
	Prüfmethode	Grenzwerte	Prüfmethode	Grenzwerte
Handgelenkband-erdungssystem ⁽¹⁾	 <p>Der Mitarbeiter trägt das Handgelenkband inkl. Spiralkabel am Handgelenk und steckt das freie Ende in den Tester. Die Handkontaktplatte wird gedrückt, um zu überprüfen, dass der Systemwiderstand innerhalb annehmbarer Parameter ist. LED grün ok, LED rot Fehler</p> <p>Prüfparameter: Punkt zu Punkt Widerstand $R_{p-p} < 35 \text{ M}\Omega$</p> <p>Prüfmethode: DIN EN 61340-5-1 A1</p> <p>Messgerät: Personen-Prüfstation</p> <p>Prüfzyklus: täglich vor Arbeitsbeginn</p> <p>Kontrolle: EPA-Zugang gewährt</p>	<p>Verifizierung: Das Messergebnis wird bei dem jährlichen internen ESD-Audit stichprobenartig überprüft und im Auditbericht dokumentiert.</p> <p>Messgerät: Die Prüfstation wird zur Kalibrierung an den Händler bzw. Hersteller geschickt.</p> <ul style="list-style-type: none"> → Kalibrierintervall: max. 12 Monate. → Das Gerät wird mit dem aktuellen Kalibrierdatum gekennzeichnet. → Das Kalibrierprotokoll zählt als gelenktes Dokument. → Grenzwerte DIN EN 61340-5-1 		
System Person/Schuhwerk	 <p>Der Mitarbeiter steht mit beiden Füßen auf den Schuwerk Elektroden. Die Handkontaktplatte wird gedrückt, um zu überprüfen, dass der Durchgangswiderstand des Systems</p>	<p>Verifizierung: Das Messergebnis wird bei dem jährlichen internen ESD-Audit stichprobenartig überprüft und im Auditbericht dokumentiert.</p> <p>Messgerät: Die Prüfstation wird zur Kalibrierung an den Händler bzw. Hersteller geschickt.</p> <ul style="list-style-type: none"> → Kalibrierintervall: max. 12 Monate. → Das Gerät wird mit dem aktuellen Kalibrierdatum gekennzeichnet. → Das Kalibrierprotokoll zählt als gelenktes Dokument. → Grenzwerte DIN EN 61340-5-1 		

	<p>Person / Schuhwerk innerhalb der Parameter ist.</p> <p>Prüfparameter: Punkt zu Punkt Widerstand $R_{p-p} < 100 \text{ M}\Omega$</p> <p>Prüfmethode: DIN EN 61340-5-1 A</p> <p>Messgerät: Personen-Prüfstation</p> <p>Prüfzyklus: täglich vor Arbeitsbeginn</p> <p>Kontrolle: EPA-Zugang gewährt</p>	
<p>Stichprobenmessung der ESD-Kleidung</p>	<div data-bbox="539 667 863 1077" data-label="Diagram">  </div> <p>Bei der Neuanschaffung wird mindestens bei einem Mantel die ESD-Eignung überprüft.</p> <p>Prüfparameter: Punkt zu Punkt Widerstand $R_{p-p} < 100 \text{ M}\Omega$</p> <p>Prüfmethode: DIN EN 61340-4-9</p> <p>Prüfzyklus: evtl. Stichproben nach Waschvorgängen bzw. nach ca. 80 Wäschen die Kleidung ersetzen</p>	<p>Verifizierung: Bei der jährlichen EPA-Messung werden die ESD-RR Mäntel mit Stichprobenmessungen überprüft.</p> <p>Prüfbericht: xxx (Version 1.0)</p> <p>Messgerät: Hochohmmessgerät → Grenzwerte DIN EN 61340-5-1</p>



2.7 ESD – Schutzzone (EPA)

Die Handhabung von ESDS ohne Abdeckung oder Verpackung, die gegen ESD-Schäden schützt, erfolgen in einer EPA. Warnhinweise, die auf die Existenz einer EPA hinweisen, sind aufgestellt und für das Personal vor dem Zutritt zur EPA gut sichtbar. Ungeschultes Personal darf nur in Begleitung von geschultem Personal ein EPA betreten.

Allgemeine Anforderungen an das EPA:

- Warnhinweise weisen auf ein EPA hin
- Relative Luftfeuchte >20% (regelmäßige Überwachung sinnvoll)
 - optimal 40 – 60 % RH
 - untere Grenze 12 ± 3 % RH (gemäß ESD-Produktqualifizierung EN 61340-5-1, Seite 16/a)
- Unnötige Isolatoren sollten nicht verwendet werden
- Essen, Trinken, Rauchen oder Wechsel von Kleidungsstücken ist nicht erlaubt
- Arbeitsplatzoberflächen und Fußböden sind sauber und aufgeräumt
- Keine Beeinträchtigung der ESD-Oberflächen durch Reinigungsmittel
- Ungeschulte Einzelpersonen müssen von geschultem Personal begleitet werden

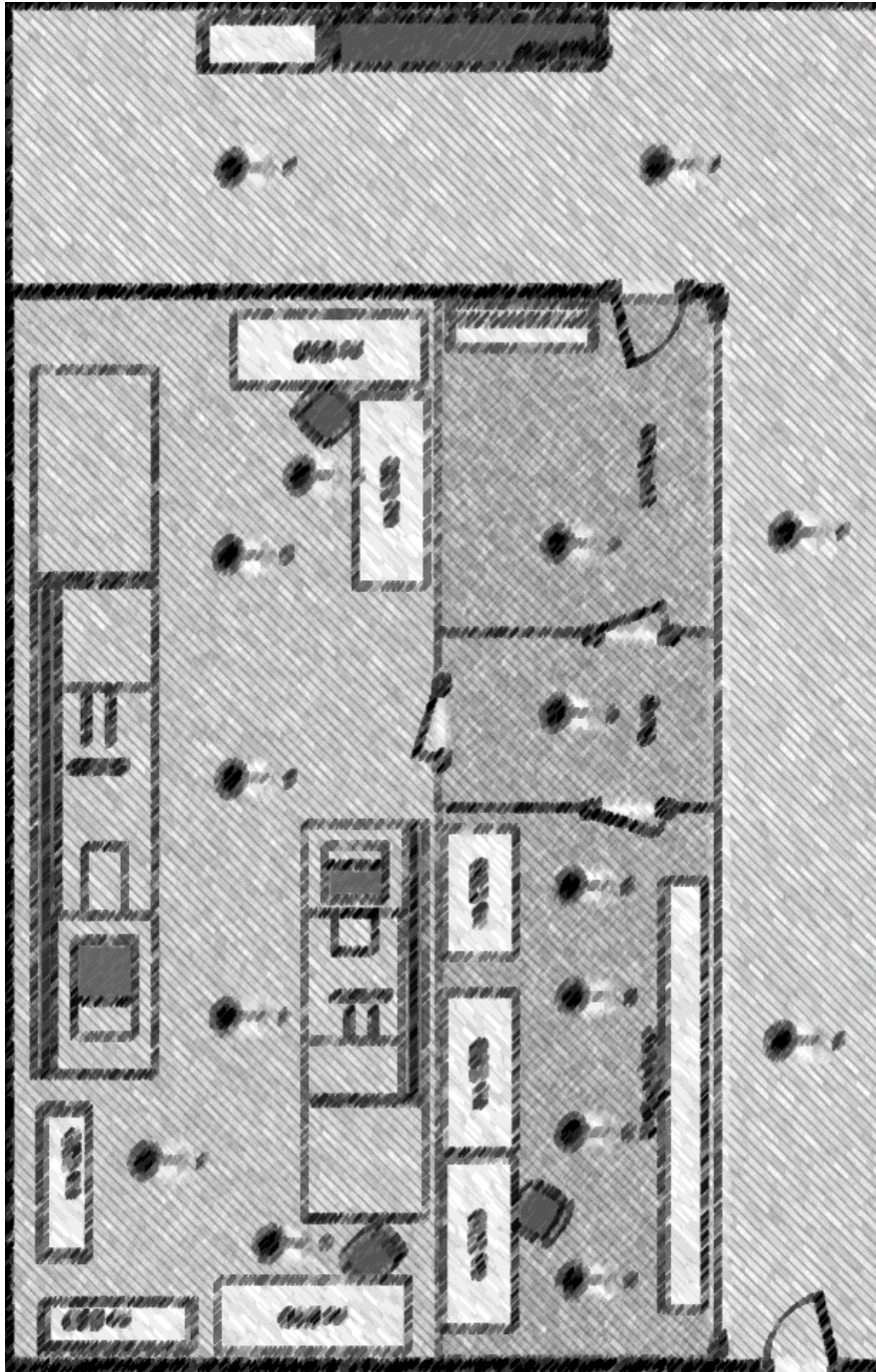
Ausstattung der EPA (gemäß Tabelle „EPA-Anforderung / Grenzwerte“):

- Erdung der Person über das Handgelenkbanderdungssystem bei sitzender Tätigkeit
- Ableitende Arbeitsoberfläche
- Schutzverpackung für ESDS
- Kennzeichnung der ESD-Schutzzone / Abgrenzung gegen andere Bereiche
- Prüf bzw. Testgerät für Handgelenkband und System Person / Schuhwerk
- ableitfähig sind:
 - Arbeitstische
 - Arbeitskleidung, Schuhe, Fußerdungsbänder
 - Transportsysteme und Lagerboxen
 - Ablagen
 - Fußbodenbelag
 - Werkzeuge und Maschinen
 - Stühle teilweise
 - Dokumentationssystem

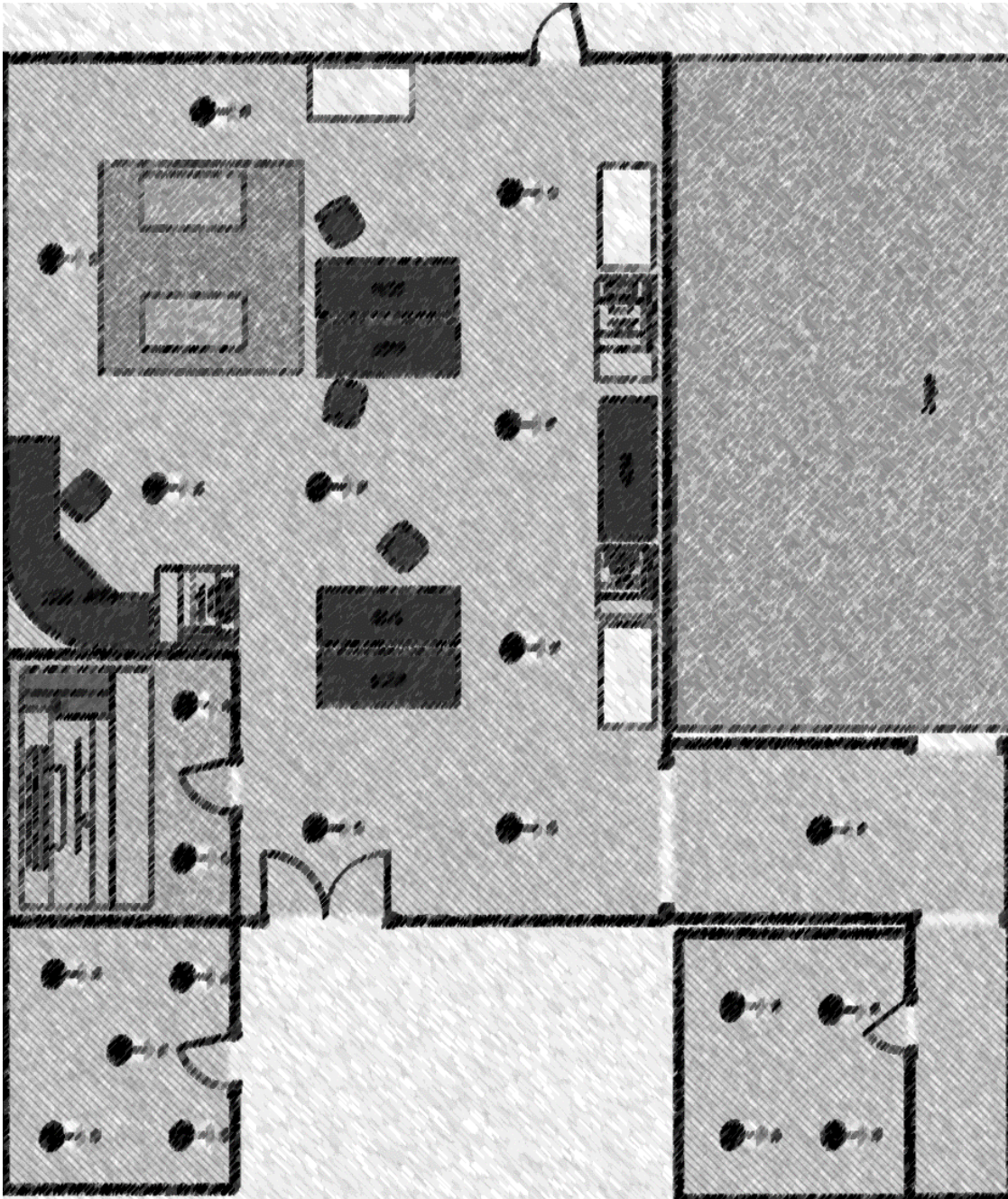
2.7.1 Schutzzonenplan (Raumplan)

Ein ESD-geschützter Bereich (EPA) ist ein Bereich, der mit ESD-Kontrollelementen ausgestattet ist, die gefordert sind, um die Möglichkeit einer Schädigung von ESD-empfindlichen Bauelementen zu minimieren.

Dabei wurde darauf geachtet, dass das EPA genau definierte Grenzen hat.



Grundriss „ESDS-Schutzzone Reinraum / Lagerbereich“



Grundriss „ESDS-Schutzonen außerhalb des Reinraums“

2.7.2 EPA-Kontrollelemente



- ESD-gerechte Arbeitsoberfläche bzw. Tischsystem
Die ESD-Arbeitsoberflächen sind so ausgeführt, dass elektrostatische Aufladungen gefahrlos abgeleitet werden. Die Arbeitsoberfläche kann aus einem ableitfähigen Belag, einer volumenleitfähigen Tischplatte oder einer ableitfähigen Beschichtung bestehen. Die elektrische Eigenschaft ist permanent vorhanden.

- Oberer Grenzwert: $R_g 1 \times 10^9 \Omega$ (Messung gegen Erde)
- Messverfahren DIN EN 61340
- Prüfbericht: ESDM8031 (Version 1.0)



- ESD-Sitzgelegenheit (ESD-Stuhl)
Die teilweise verwendeten ESD-Stühle bauen Ladung ab, indem sie einen leitfähigen Pfad zum ESD-Bodenmaterial herstellen. Die Ladungen werden über die ableitfähigen Stuhlrollen abgeleitet.

Der ESD-Stuhl ist eine sekundäre ESD-Schutzmaßnahme (keine permanente Personenerdung).

- Oberer Grenzwert: $R_g 1 \times 10^9 \Omega$ (Punkt zu Punkt)
- Messverfahren DIN EN 61340
- Prüfbericht: ESDM8031 (Version 1.0)

- ESD-gerechter Fußbodenbelag
Der leitfähige Boden ist ein Teil des Personenerdungssystems und dient als primäre Komponente für die Ableitung bei stehenden Tätigkeiten (Person / Schuhwerk / Boden). Der Fußboden ist so ausgeführt, dass elektrostatische Aufladungen gefahrlos abgeleitet werden. Die elektrische Eigenschaft ist permanent vorhanden.

- Oberer Grenzwert: $R_g 1 \times 10^9 \Omega$ (Messung gegen Erde)
- Messverfahren DIN EN 61340-5-1, DIN EN 61340-4-5
- Prüfbericht: ESDM8031 (Version 1.0)

- Ionisierung
Ionisatoren werden zur Entladung von elektrostatischen Aufladungen an Kunststoffteilen, Trägermaterialien und Wafern verwendet. Aufladungen auf diesen Materialien dürfen 50 Volt nicht überschreiten.



- Prüfparameter: Entladung von 1.000 Volt auf 100 Volt in max. 20 Sekunden
- Messverfahren DIN EN 61340 Charge Plate System



- Magazine, Behälter und Halter
Schubladen- / Teilemagazine, Sichtlagerkästen, Eurobehälter und sonstige Behältnisse sind so ausgeführt, dass elektrostatische Aufladungen gefahrlos abgeleitet werden.

→ Oberer Grenzwert

$$R_{p-p} < 1 \times 10^{11} \Omega \text{ dissipative}$$

$$R_{p-p} < 1 \times 10^4 \Omega \text{ conductive}$$

→ E-Feldmessung

$$\varphi \text{ elektr. Potential} < 50 \text{ V/cm}$$

bei ESDS-Kontakt

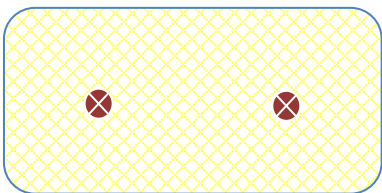

- ab 125 Volt Abstand zu ESDS min. 2,5 cm


- ab 2.000 Volt Abstand zu ESDS min. 30 cm


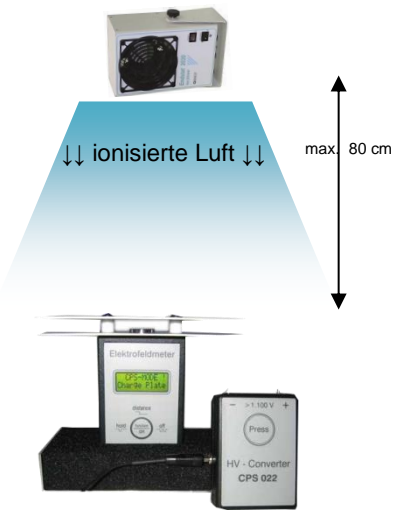
→ Messverfahren DIN EN 61340

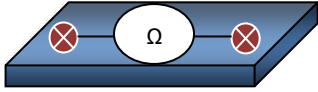

→ Prüfbericht: ESDM8031 (Version 1.0)

2.7.3 Messtechnik (EPA)

ESD-Kontrollelement	Verifizierung der Einhaltung	
	Prüfmethode	Grenzwerte
ESD-gerechte Arbeitsoberfläche	 <p>min. 2 Messpunkte pro Arbeitsfläche  = Messpunkt gegen Erde</p> <p>Prüfmethode: DIN EN 61340-5-1 Der Messbeauftragte überprüft 2 Messpunkte pro Arbeitsfläche. Dazu wird eine Messelektrode auf den Messpunkt gesetzt und der Ableitwiderstand gegen Erde (=PE) gemessen.</p> <p>Prüfparameter: $R_g < 1 \text{ G}\Omega$</p>	<p>Verifizierung: Bei der jährlichen EPA-Messung werden die ESD-Arbeitsoberflächen überprüft.</p> <p>Prüfbericht: xxx (Version 1.0)</p> <p>Messgerät: Hochohmmessgerät → Grenzwerte DIN EN 61340-5-1</p>

<p>ESD-Sitzgelegenheit (ESD-Stuhl)</p>	 <p>⊗ = Messpunkt gegen Erde</p> <p>Prüfmethode: DIN EN 61340-5-1 Der Messbeauftragte überprüft mindestens einen Messpunkt pro Sitzfläche bzw. Rückenlehne. Dazu wird eine Messelektrode auf den Messpunkt gesetzt und der Ableitwiderstand gegen Erde gemessen.</p> <p>Prüfparameter: $R_g < 1 \text{ G}\Omega$</p>	<p>Verifizierung: Bei der jährlichen EPA-Messung werden die ESD-Sitzgelegenheiten überprüft.</p> <p>Prüfbericht: xxx (Version 1.0)</p> <p>Messgerät: Hochohmmessgerät → Grenzwerte DIN EN 61340-5-1</p>
<p>ESD-gerechter Fußbodenbelag</p>	<p>Min. 6 Messpunkte pro Raum bzw. 1 Messpunkt je 100m²</p> <p>Prüfmethode 1: DIN EN 61340-5-1 Der Messbeauftragte überprüft mindestens 6 Messpunkte pro Raum. Dazu wird eine Messelektrode auf den Messpunkt gesetzt und der Ableitwiderstand gegen Erde (=PE) gemessen.</p> <p>Prüfparameter: $R_g < 1 \text{ G}\Omega$</p>	<p>Verifizierung: Bei der jährlichen EPA-Messung werden die ESD-Bodenmesspunkte überprüft.</p> <p>Prüfbericht: xxx (Version 1.0)</p> <p>Messgerät 1: Hochohmmessgerät → Grenzwerte DIN EN 61340-5-1</p> <p>Messgerät 2: Elektrofeldmeter → Grenzwerte DIN EN 61340-4-5</p>

	 <p>Prüfmethode 2: Walkingtest nach DIN EN 61340-4-5 Der Messbeauftragte geht 3 Schritte vor und 3 Schritte zurück. Dabei wird die Körperaufladung nach HBM mittels einer Handelektrode gemessen.</p> <p>Prüfparameter: $U_{HBM} < 100$ Volt</p>	
<p>Ionisierung</p>	 <p>Prüfmethode: DIN EN 61340-5-1 Prüfaufbau gemäß Bedienungsanleitung EFM022CPS mit dem Charge Plate und einem Hochspannungsconverter.</p> <p>Prüfparameter: Entladung von 1.000 Volt Prüfspannung auf dem Charge Plate auf 100 Volt in maximal 20 Sekunden</p>	<p>Verifizierung: Da die Linie noch im Aufbau war, werden die Ionizer bei der nächsten jährlichen ESD-Messung überprüft.</p> <p>Prüfbericht: -</p> <p>Messgerät: CPS → Grenzwerte DIN EN 61340-5-1</p>

<p>ESD- Arbeitsplatzzubehör Magazine Behälter Halter</p>	<p>Elektrodenabstand im Bericht definieren</p>  <p>Prüfling</p> <p>Prüfmethode: DIN EN 61340-5-1 Oberflächenwiderstandsmessung zwischen zwei Messelektroden. Abhängig vom Prüfling können die Messelektroden auch Messklemmen sein. Ergänzend wird eine Elektrofeldmessung durchgeführt.</p> <p>Prüfparameter: $R_{p-p} < 1.000 \text{ G}\Omega$ φ elektr. Potential $< 50 \text{ V/cm}$ bei ESDS-Kontakt - ab 125 Volt Abstand zu ESDS min. 2,5 cm - ab 2.000 Volt Abstand zu ESDS min. 30 cm</p>	<p>Verifizierung: Bei der jährlichen EPA-Messung wird das ESD-Zubehör überprüft.</p> <p>Prüfbericht: xxx (Version 1.0)</p> <p>Messgerät: Hochohmmessgerät, EFM → Grenzwerte DIN EN 61340-5-1</p>
<p>Transport- / Etagen- wagen Regale</p> <p>gilt nur in Situationen, wenn ungeschützte Elektronik (ESDS ohne Shield), gelagert bzw. transportiert wird.</p>	 <p>Prüfmethode: DIN EN 61340-5-1 Der Messbeauftragte überprüft mindestens einen Messpunkt pro Wagenfläche gegen Erde</p> <p>Prüfparameter: $R_g < 1.000 \text{ M}\Omega$</p>	<p>Verifizierung: Bei der jährlichen EPA-Messung werden ESD-relevante Oberflächen überprüft.</p> <p>Prüfbericht: xxx (Version 1.0)</p> <p>Messgerät: Hochohmmessgerät → Grenzwerte DIN EN 61340-5-1</p>

Hinweise:

- In dieser Tabelle verwendete Symbole: R_{p-p} beziehen sich auf den Punkt-zu-Punkt-Widerstand, R_g bezieht sich auf den Widerstand zu Masse und R_{gp} bezieht sich auf den Widerstand zum erdungsfähigen Punkt
- Die maximal erlaubte Prüfspannung für ESD-Böden beträgt 100 V.
- In Situationen, bei denen eine Schädigung durch das Charged Device Model in Betracht gezogen werden muss, ist ein unterer Grenzwert des Punkt-zu-Punkt Widerstandes von $1 \times 10^4 \Omega$ zu empfehlen



2.8 Kontrollplan

Der Plan belegt, wann die Organisation der Erfüllung der Anforderungen nachkommt.

ESD-Kontrollelement	Zyklus			Verantwortlich			Teilnehmer			Dokument
	Einführung	täglich	jährlich	QMB	ESD-Koordinator	Mitarbeiter	QMB	ESD-Koordinator	Mitarbeiter	
Einweisung	X				X				X	-
Grundlagen-schulung			X		X			X		ESD-Schulungsplan
Koordinator-schulung	X			X				X		externer Berater
Internes Audit			X	X			X	X		-
Messmittel-überwachung					X					Inventarliste
DGUV V3										DGUV V3 Prüfung
Handgelenkband-erndungssystem		X				X		X	X	-
Schuhwerk		X				X		X	X	EPA-Zugangskontrolle
Mantel	X				X			X	X	EPA Prüfbericht
Arbeits-oberflächen			X	X				X		EPA Prüfbericht
Sitzgelegenheiten			X	X				X		EPA Prüfbericht
Boden			X	X				X		EPA Prüfbericht
Arbeitsplatz-zubehör			X	X				X		EPA Prüfbericht
Ionisation			X	X				X		EPA Prüfbericht
Wagen, Regale			X	X				X		EPA Prüfbericht
E-Felder am AP			X	X				X		EPA Prüfbericht
optische Kontrolle		X			X				X	-

2.9 Verpackung und Kennzeichnung

Die ESD-Schutzverpackungen und die Verpackungskennzeichnungen sind in Übereinstimmung mit Kundenverträgen, Bestellungen, Zeichnungen oder anderen Dokumentationen.

Die Organisation stellt die Anforderung, dass außerhalb von ESD-Schutzzonen die ESD-empfindlichen Bauelemente in Shielding (abschirmenden) Verpackungen oder in verschlossenen bzw. abgedeckten Conductive (leitfähigen) Transportkisten verpackt werden. Die Shielding Verpackung hat neben seiner antistatischen Eigenschaft auch ein abschirmendes Verhalten gegenüber elektrischen Feldern. Die Conductive Verpackung besteht aus einem volumenleitfähigen Material, das ebenfalls abschirmt. Zum Verschließen der Verpackung wird ein Aufkleber mit einer Hinweiskennzeichnung auf ESDS verwendet.



Conductive



Shielding Folie

Verpackung	Widerstandsbereich
Statisch ableitend Dissipative	$1 \times 10^4 \leq R < 1 \times 10^{11}$ Ohm
Leitfähig Conductive	$1 \times 10^2 \leq R < 1 \times 10^4$ Ohm

Falls Vorgaben die Kennzeichnung nicht anderweitig festlegen, gelten unten aufgeführte Kennzeichnungsrichtlinien.



*Symbol für Verpackung
S =Shielding, elektrostatisch abschirmend
D = Dissipative, elektrostatisch ableitfähig
C = Conductive, elektrostatisch leitfähig

Verpackungskennzeichnung



ESDS Kennzeichnung



3.0 Abschluss

Dieses ESD-Kontrollprogramm entstand im Auftrag der Firma xxx, Ansprechpartner xxx.

Die aufgenommenen Daten wurden an einem Tag vor Ort erfasst und verarbeitet.

Da es sich um eine Multimomentaufnahme handelt, können die Daten und Ergebnisse von nachfolgenden IST-Zuständen abweichen.

Für die ordnungsgemäße Umsetzung der beschriebenen Kontrollelemente ist die Organisation selbst verantwortlich.

Messergebnisse können sich nachträglich durch bautechnische Veränderungen, Verschmutzung usw. verändern und müssen ggf. wiederholt werden. Der zu beurteilende Bereich wurde vom Auftraggeber vorgegeben.

xxx

Ort, Datum, Unterschrift

Der Messbeauftragte übernimmt keine Haftung für auftretende Schäden bzw. Mängel, die durch ESD-Messungen und verwendeten Messspannungen (bis 500 Volt) hervorgerufen wurden.

Verantwortlich für den Bericht: xxx



Übersicht der Abkürzungen und Begriffe (Glossar)

ESD = Electro Static Discharge (elektrostatische Entladung)

EGB = Elektrostatisch gefährdetes Bauelement

ESDS = Electro Static Discharge Sensitive Device; Bauelement, das gegen elektrostatische Entladung empfindlich ist.

EPA = Electrostatic Protected Area; Arbeitsbereich, in dem elektrostatisch empfindliche Bauelemente gehandhabt werden, ohne dass diese durch die Entladung statischer Elektrizität geschädigt werden.

EBP = Earth Bonding Point; Erdanschlusspunkt; gemeinsamer Erdungspunkt

Gemeinsamer Erdungspunkt = ein geerdetes Teil oder Ort, an den die Leitungen von zwei oder mehr ESD-Kontrollelementen angeschlossen sind.

Gemeinsamer Anschlusspunkt = ein geerdetes Teil oder Ort, an den zwei oder mehr ESD-Kontrollelemente angeschlossen sind, um die ESD-Schutzelemente durch eine Potentialausgleichsverbinding auf ein gemeinsames Potential zu bringen.

Potentialausgleichsverbinding = elektrische Verbinding exponierter Leiter, so dass sie unter normalen und Fehlerbedingungen wirklich auf dem gleichen Potential sind.

ESD-Kontrollelemente = Materialien, Produkte oder Maßnahmen, die dazu entwickelt worden sind, die Erzeugung von statischer Ladung zu verhindern bzw. bereits entstandene Ladungen abzubauen, um Schäden an ESDS zu verhindern.

Organisation = Firma, Gruppe oder Körperschaft, die ESDS handhabt

HBM = Human Body Model, die Quelle der statischen Aufladung ist der Körper

CDM = Charged Device Model, die Quelle der statischen Aufladung ist das ESDS

MM = Machine Model, die Quelle der statischen Aufladung ist die Maschine

HGB = Handgelenkerdungsband



Normative Richtlinien

Die folgenden zitierten Dokumente können für die Anwendung erforderlich sein. Bei datierten Verweisen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten gilt die letzte Ausgabe.

Deutscher Standard	VDE-Klassifikation	Int. Standard	
DIN EN 61340-5-1	VDE 0300-5-1	IEC 61340-5-1	Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene – Allgemeine Anforderung Inhalt: Anwendungsbereich / Normative Verweisung / Begriffe / Personensicherheit / ESD-Kontrollprogramm / Messmethoden und Prüfmethode
DIN EN 61340-5-2	VDE 0300-5-2	IEC 61340-5-2	Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene – Benutzerhandbuch
DIN EN 61340-3-1	VDE 0300-3-1	IEC 61340-3-1	Verfahren zur Simulation elektronischer Entladung – Human Body Model Bauelementprüfung
DIN EN 61340-3-2	VDE 0300-3-2	IEC 61340-3-2	Verfahren zur Simulation elektronischer Entladung – Maschine Model Bauelementprüfung
DIN EN 61340-4-1	VDE 0300-4-1	IEC 61340-4-1	Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen – Elektrischer Widerstand von Bodenbelägen und verlegbaren Fußböden
DIN EN 61340-4-3	VDE 0300-4-3	IEC 61340-4-3	Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen – Schuhwerk
DIN EN 61340-4-5	VDE 0300-4-5	IEC 61340-4-5	Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen – Verfahren zur Charakterisierung der elektronischen Sicherheit von Schuhwerk und Bodenbelägen in Kombination
DIN EN 61340-2-1	VDE 0300-2-1	IEC 61340-2-1	Messverfahren – Fähigkeiten von Materialien und Erzeugnissen, elektrostatische Ladung abzugeben
DIN EN 61340-2-3	VDE 0300-2-3	IEC 61340-2-3	Prüfverfahren zur Bestimmung des Widerstands und des spezifischen Widerstands von festen, planen Werkstoffen, die zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung verwendet werden



Anlage A „ESD – Koordinatorbeauftragung“

Folgende externe Person wurden durch die Organisation als ESD-Koordinator beauftragt:

Name: xxx

Firma:

Letzte Koordinator Weiterbildung: xxx

Verantwortungsbereich des ESD-Beauftragten:

- Einführung der ESD – Norm DIN EN 61340-5-1
- Dokumentation und Unterhaltung des ESD – Kontrollprogramms
- ESD – Ansprechpartner für die genannte Organisation
- Verifizierung von ESD – Kontrollelementen
- Prüfberichte erstellen
- Ggf. Arbeitsanweisungen dokumentieren
- Interne Auditierung
- ESD-Materialien bzw. Elemente kontrollieren ggf. die ESD-Eignung feststellen

Beauftragung:

...Text...



Anlage B „ESD – Schulungsplan“

Der Schulungsplan richtet sich nach der ESD Norm DIN EN 61340-5-1 und betrifft Personen, die ESD-empfindliche Teile handhaben oder anderswie mit ihnen in Kontakt kommen.

Folgende Schulungsmethoden wurden durchgeführt:

ESD – Koordinator Weiterbildung

Wurde an einen externen ESD-Coach übergeben.

ESD – Unterweisung

Schulungstechnik: Einweisung durch die Vorgesetzten

Teilnehmerkreis: neue Mitarbeiter in der ESD-Schutzzone

Schulungsinhalt:

- Entstehung und Wirkung von statischer Aufladung
- Begriffserklärung
- ESD – Schutzzone
- Geschlossenes ESD – Konzept
- Verpackung und die Verpackungsreihenfolge
- ESD – Kennzeichnungen
- ESD - Prüfungen

Intervall: nach Bedarf, bevor der Mitarbeiter seine Tätigkeit mit ESD-empfindlichen Bauelementen aufnimmt

ESD – Grundlagenschulung

Schulungstechnik: Schulung / Präsentation vor Ort oder Online

Dauer 4 Stunden inkl. Teilnahmezertifikat.

Teilnehmerkreis: alle Mitarbeiter im Umgang mit ESD-empfindlichen Teilen

Schulungsinhalt:

- Einleitung
- Grundlagen der Elektrostatik
- Entladungsmodelle
- Wirkung elektrostatischer Entladung
- Schutzmaßnahmen
- Organisatorische Maßnahmen
- Mess- und Prüftechnik

empfohlenes Intervall: einmal im Jahr



Teilnehmerliste:

Name	2020		2021		2022		2023	
	Einweisung	Grundlagen	Einweisung	Grundlagen	Einweisung	Grundlagen	Einweisung	Grundlagen