

## ESD GRUNDLAGEN

### Teil 1 ELEKTROSTATIK – Grundlagen

Entstehung elektrostatischer Ladungen

- klassische Elektrostatik
- Entstehungsmechanismen:
  - ➔ Triboelektrizität (Reibung) und Influenz (Elektrische Felder)
- Vorgänge bei der Auf- und Entladung von Personen
- Einfluss der Umgebungsbedingungen (Luftfeuchtigkeit und Temperatur)

### Teil 2 Definitionen (ESD Vokabular)

### Teil 3 Wirkungen elektrostatischer Ladungen

Allgemeine Entladungsmodelle

- HBM Human Body Model (DIN EN 61340-3-1)
- MM Machine Model (DIN EN 61340-3-2)
- CDM Charge Device Model
- FIM Field Induced Model

Allgemeine Fehlermechanismen bei elektronischen Bauelementen (Beispiele)

- Thermischer Durchbruch
- Dielektrischer Durchbruch
- Aufschmelzen der Metallisierung

### Teil 4 Spannungs- und Energieempfindliche Bauelemente und Baugruppen - Konzepte

- Wirkungen von elektrostatischen Entladungen auf MOS- und bipolare Bauelemente
- Mehrfache ESD - Fehler - Überlagerung von Fehlern
- Latente Fehler und Degradation
- ESD On-Chip Schutz, DIN EN 61340-3-1 und 3-2 sowie CDM und FIM Bauelemente, Baugruppen (PCB) und Geräte
- Vergleich Systemlevel ESD/EMI - Bausteinebene
- ESD Fehlermodelle und Mechanismen

### Teil 5 Vergleich der Entladungsmodelle

- HBM Human Body Model (DIN EN 61340-3-1)
- MM Machine Model (DIN EN 61340-3-2)
- CDM Charged Device Model (Standard Entwurf)
- FIM Field Induced Model (kein Standardentwurf vorhanden)

Weitere Fehlermodelle:

- HMM Human Metal Model
- CBM Charged Board Model
- FICBM Field Induced Charged Board Model

### Teil 6 Berechnungen elektrostatischer Größen (Einführung)

#### Analysis – Trainings – Qualifications – Audits

**Teil 7 Schutzmaßnahmen, allgemeine Anforderungen**

- Integrierte Schutzschaltungen
- Technologische Schutzmaßnahmen
- Organisatorische Schutzmaßnahmen
  
- Gestaltung von ESD Arbeitsplätzen, ESD Bereichen
- Verhalten der Arbeitskräfte in ESD Bereichen
- ESD Kontrollprogrammplan

## ESD MESSUNGEN

**Teil 1 Mess- und Prüfverfahren**

Messung elektrostatischer Parameter (allgemein):

- elektrostatische Ladung
- elektrische Feldstärke, elektrostatische Felder
- Oberflächen- und Ableitwiderstände, Erdableitwiderstand
- Volumen- und Durchgangswiderstände
- Messbedingungen, Einfluss der Elektroden, Elektrodenanordnungen
- Beurteilung der Messergebnisse und Erfahrungen bei der Messung elektrostatischer Kenngrößen

**Teil 2 Normgerechte Mess- und Prüfverfahren**

- Messung elektrostatischer Parameter nach den gültigen Normen und Richtlinien
  
- Widerstandsmessungen: Oberflächen- und Ableitwiderstände, Erdableitwiderstand
- Verschiedene Elektroden, Erfahrungen
- Ladungsmessung, Feldstärkemessungen
- Erfahrungen bei der Messung elektrostatischer Kenngrößen
  
- Erstellung der Mess- und Überprüfungspläne für ESD Audits und regelmäßige Überprüfungen
- Erarbeitung der Messverfahren für das ESD Kontrollprogramm

**Teil 3 Praktische Messungen, Vorführungen**

- Elektrostatische Aufladungen an Isoliermaterialien, ESD Materialien (Verpackungsmaterialien), Entladeverhalten/Ableitzeit von Materialien
- Messung von Materialien für Arbeitsplatzoberflächen, Fußböden, Bekleidung, Schuhe usw.
- Überprüfung von ESD Arbeitsplätzen, ESD Fußböden, ESD Wagen, ESD Stühlen usw.
- Durchführung des Begehtests (Walking Test)
- Erstellung des Messprotokolls
- Bewertung der Messergebnisse, Betrachtungen bei Messfehlern

---

**Analysis – Trainings – Qualifications – Audits**

## ESD NORMUNG

### Teil 1 Stand und Tendenzen bei der ESD Normung

- DIN EN 61340-5-1 und DIN EN 61340-5-1 Beiblatt 1 (Teil 5-2) Überblick
- Übergang von der DIN EN 100015 (1993) bis zur DIN EN 61340-5-1 Ed. 1 (07/2008)
- amerikanische Normen und Standards: ANSI/ESD S20.20-2007, JEDEC ANSI/EIA-625A und ESD Handbuch (EOS/ESD ADV 2.0)

### Teil 2 Gültige ESD Normen

- Übersicht über alle gültigen und notwendigen ESD Normen
- Einblick in die Entstehung einer internationalen ESD Norm
- Vergleich IEC Normen und amerikanische Normen, Anwendungsfälle/Einsatznotwendigkeit der entsprechenden ESD Normen
- Zusammenhang ESD Normen – ISO Normen

### Teil 3 DIN EN 61340-5-1 + DIN EN 61340-5-1 Beiblatt 1 (Teil 5-2) Überblick

- Anwendungsbereich
- Grundbegriffe, Definitionen (siehe ESD Grundlagen)
- ESD Kontrollmaßnahmen

#### EPA + ESD geschützter Arbeitsbereich

- ESD Kontrollmaßnahmen
- Bestandteile einer ESD Schutzzone (EPA), Anforderungen an die einzelnen Ausrüstungen
- Arbeiten im Feld, Servicearbeitsplätze
- Allgemeine Anforderungen an Transport- und Verpackungsmittel
- Schulungen
- Qualitätsverantwortung des Managements, der einzelnen Mitarbeiter, des ESD Koordinators
- regelmäßige Überprüfungen, Kontrollen, Audit's (eine Übersicht)
- Kennzeichnung von ESDS und ESD Schutzzonen (EPA's)

---

#### Analysis – Trainings – Qualifications – Audits