

Hartmut Berndt

ESD-Normen im Einsatz

Nach längerer Bearbeitungszeit sind die beiden neuen ESD-Vorschriften DIN EN 61340-5-1 und DIN EN 61340-5-2 [3], [4] seit reichlich einem Jahr verbindlich. Die deutschen Fassungen gelten offiziell seit November 2001 bzw. Februar 2002. Die vorhergehende Norm DIN EN 100015 wurde im Juni 2002 rückwirkend zum 01.01.2002 zurückgezogen. Damit hat die „Ungewissheit“ welche Norm in einer Elektronikfertigung angewandt werden soll ein Ende, denn bis dahin gab es zwei parallel existierende Vorschriften. Die eine beinhaltete Mängel, die abgeschafft werden mussten, die neuen Vorschriften waren seit längerem als IEC-Dokumente [1], [2] bekannt, aber der Einsatz war bis dahin ungewiss.

Die deutsche Fassung enthält in der Übersetzung den Hinweis auf einen „Technischen Report“. Dazu ist zu erwähnen, dass ausschließlich die Originalfassungen (englisch und französisch) verbindlich sind und diese nach einem vorgeschriebenem Kodex übersetzt werden müssen. Damit erscheint in der Übersetzung anstelle „deutsche Norm“ immer „technischer Report“. Die deutsche Fassung besitzt den Status einer deutschen Norm.

Inhalt

Die vorliegenden Normen, Teil 5-1 enthält die „Grundsätzlichen Anforderun-

gen“ und Teil 5-2 ist ein sogenanntes Handbuch bzw. der „User Guide“ für den Teil 5-1. Dieses beschreibt kurz und direkt die Anforderungen an alle Ausrüstungen, die für den Schutz elektronischer Bauelemente und Baugruppen verwendet werden und in einer sogenannten ESD-Schutzzone verwendet werden dürfen.

Im Vergleich zur vorhergehenden Vorschrift DIN EN 100015 wird nicht mehr diskutiert, wie z.B. die einzelnen Ausrüstungen ausgeführt werden müssen, sondern es wurde alles reduziert auf die entscheidende Anforderung:

- ▶ Ausrüstungen und Materialien müssen so ausgerichtet sein, dass keine elektrostatischen Aufladungen entstehen können bzw. wenn welche entstehen, dass sie gefahrlos abgeleitet werden können.

Die Materialanforderungen werden reduziert auf die elektrischen Eigenschaften

- ▶ Ableitfähigkeit und
- ▶ Widerstandsverhalten.

Natürlich ergeben sich daraus viele Fragen. Grundsätzlich müssen die elektrischen Eigenschaften bei allen vorkommenden Luftfeuchtigkeiten erfüllt werden, sowohl bei 12 % als auch bei sehr hohen Luftfeuchtigkeiten, wie z.B. 90 %. Für viele Materialien stellt die 12 %-Grenze ein Problem dar.

Anwendungsbereich

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

- ▶ Ein ESDS ist ein diskretes Bauelement, eine integrierte Schaltung oder Baugruppe, die durch elektrostatische Felder oder elektrostatische Entladungen während der routinemäßigen Handhabung, der Prüfung und dem Transport beschädigt werden kann (vgl. Punkt 3.2 der Norm).

D.h. wie bisher auch betrachtet, sind alle elektronischen Bauelemente und Baugruppen gegenüber elektrostatischen Entladungen gefährdet, wobei der vollständige Ausfall des Bauelementes genauso wie die Vorschädigung, Änderung der Parameter oder das Fehlverhalten einzelner Funktionen gemeint ist. Das Bauelement oder die Baugruppe müssen also nicht vollständig ausfallen.

Die zweite Anmerkung dazu, ist die Frage, was ist eine Baugruppe und wo beginnt die Definition ein „Gerät“. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass ein Gerät eine Baugruppe in einem geschlossenen Gehäuse ist.

- ▶ Das Gerät besitzt keine Eingänge oder Ausgänge über Steckkontakte.

In der Praxis gibt es aber viele Baugruppen, die sich zwar in einem Gehäuse befinden, aber über Steckkontakte Sensoren u.ä. angeschlossen werden. Über diese Steckkontakte können natürlich auch elektrostatische Entladungen erfolgen oder elektrostatische Felder eingespeist werden. Elektrostatische Ladungen können so im Gerät oder auf der Baugruppe gespeichert werden. Spätere Entlade-mechanismen führen dann zu Schäden an der Baugruppe. Dieser Mechanismus kann nicht ausgeschlossen werden.

Ein anderer Punkt ist die Frage: Genügt es, wenn die Baugruppe nach der EMV-Vorschrift (DIN EN 61000-4-1) geprüft wurde? Ist diese Prüfung ausreichend? Grundsätzlich ist hier festzustellen, dass die Prüfung nach EMV-Norm nicht der Prüfung nach DIN EN 61340-3-1 und 3-2 [6], [7] entspricht. Diese speziellen Prüf-vorschriften für ESDS sind ausgelegt für die Bauelementprüfung. Die EMV-Prüfung ist für Geräte ausgelegt. Beide Prüf-verfahren unterscheiden sich grundlegend.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass alle elektronischen Bauelemente oder aktiven Bauelemente und alle Baugruppen mit diesen gegenüber elektrostatischen Entladungen und elektrostatischen Felder als gefährdet eingestuft werden können.

Eigenschaft	Definitionen nach DIN EN 61340-5-1
low charging (gering aufladbar) ¹	Minimierung der Ladungsgenerierung
Schirmwirkung gegen elektrostatische Entladung (abschirmend)	„Sperr- 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.“ ²
Elektrostatisch leitfähig	$1 \times 10^2 \Omega \leq R_0 < 1 \times 10^5 \Omega$
Elektrostatisch ableitend	$1 \times 10^5 \Omega \leq R_0 < 1 \times 10^{11} \Omega$
Isolierend	$R_0 \geq 1 \times 10^{11} \Omega$

Anmerkungen:
¹ Die Begriffe astatisch oder antistatisch werden vermieden, weil es viele differenzierte Bedeutungen gibt, die auch zu falschen Erklärungen führen können.
² Die Überprüfung der Materialeigenschaften sowie die Messverfahren werden in einem späteren Beitrag beschrieben.

Tabelle 1: Materialeigenschaften von Verpackungen [3]

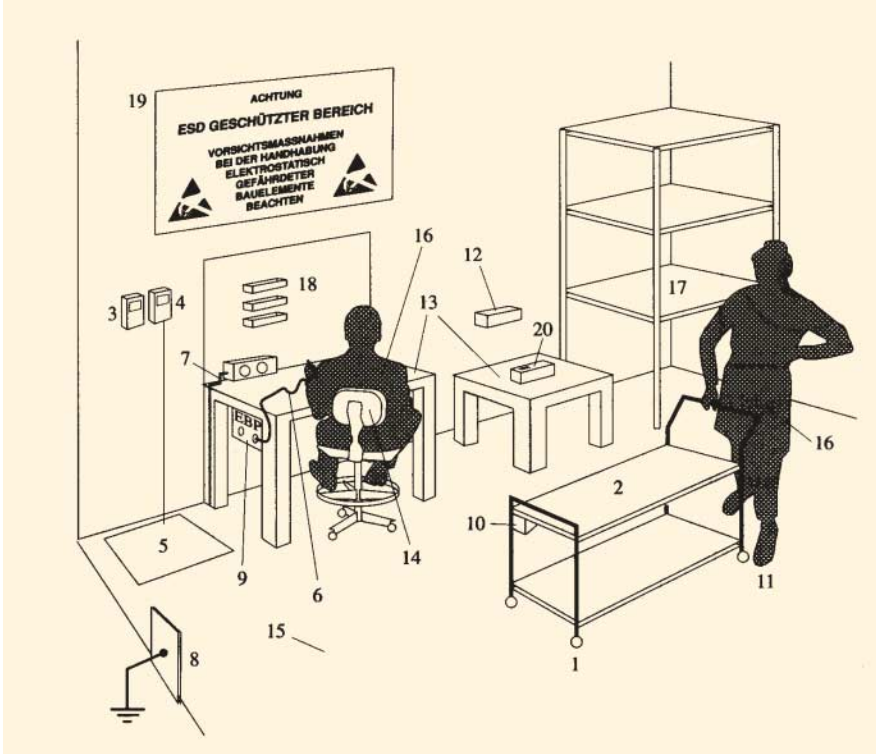


Bild 1: Beispiel für eine normgerechte EPA nach DIN EN 61340-5-1

- 1: Ableitfähige Rollen
- 2: Ableitfähige Oberfläche
- 3: Prüfgerät für das Handgelenkerdungsband (außerhalb der EPA angeordnet)
- 4: Prüfgerät für das Schuhwerk (außerhalb der EPA angeordnet)
- 5: Schuhelektrode für des Schuhprüfgerät
- 6: Handgelenkband und Spiralkabel
- 7: EPA-Erdungskabel
- 8: EPA-Erde bzw. Potenzialausgleich
- 9: Erdanschlusspunkt (EBP)
- 10: Erdanschlusspunkt des Wagens, wenn kein ableitfähiger Fußboden vorhanden ist
- 11: ESD-Schuhwerk
- 12: Ionisator
- 13: Ableitfähige Arbeitsoberfläche
- 14: Sitzgelegenheit, mit ableitfähigen Rollen oder Gleitern
- 15: Ableitfähiger Fußboden
- 16: Leitfähige Bekleidung
- 17 bzw. 18: ableitfähiges Regal ohne oder mit ableitfähigen Einlegeböden
- 19: EPA-Kennzeichnungsschild
- 20: Maschine, Anlage, ESD-gerecht

Ein weiterer Sachverhalt, der oft diskutiert wird, ist die Frage nach der Empfindlichkeit einer Baugruppe. Kann ich ESD-Schutzmaßnahmen einsparen, wenn ich nur Baugruppen handhabe? Die Definition nach der Empfindlichkeit einer Baugruppe geht davon aus, dass immer das empfindlichste Bauelement dies bestimmt (vgl. Punkt 3.11 der Norm), d. h. eine Baugruppe ist genauso zu handhaben, wie einzelnes empfindliche Bauelement.

Anforderungen an ESD-Ausrüstungen

Wie bereits festgestellt wurde, sind diese Anforderungen an die einzelnen ESD-Ausrüstungen präziser definiert. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass ESDS ständig geschützt werden müssen, sowohl außerhalb oder in undefinierter Umgebung als auch in einer EPA (ESD Protected Area).

In einer EPA gibt es genaue Anforderungen an alle Materialien und Ausrüstungen, die dort verwendet werden dürfen. Außerhalb einer EPA müssen alle ESDS in abgeschirmten Behältern, Beuteln oder

anderen Verpackungen, die diese Anforderungen erfüllen, transportiert oder gelagert werden. Es genügt nicht, sogenanntes „elektrostatisch ableitendes“ Material einzusetzen. Außerhalb muss die Zusatzanforderung „elektrostatisch abschirmend“ erfüllt sein. Danach erfüllen nur abschirmende Materialien diese Anforderung: z.B. Shielding-Folien, leitfähige Behälter oder ähnliche Materialien sowie spezielle Pappmaterialien (**Tabelle 1**). Diese Materialien müssen die ESDS außerdem vollständig umschließen.

Eine EPA ist der beste Schutz für ESDS (**Bild 1**). In einer EPA können alle ESDS ohne weitere Schutzmaßnahmen gehandhabt werden. Die Anforderungen an die Materialien und Ausrüstungen müssen allerdings eingehalten werden.

Es wird unterschieden zwischen einer Mindest-EPA und einer kompletten EPA. Die Mindestanforderungen für eine EPA sind z.B. ein einzelner Arbeitsplatz, der aus einer ESD-Arbeitsplatzaufgabe, einem Handgelenkband und dem dazugehörigen Erdungssystem besteht. Alle Materialien, Werkzeuge, usw., die sich an diesem Arbeitsplatz befinden, müssen ebenfalls

die ESD-Anforderungen erfüllen. Dieser Arbeitsplatz setzt voraus, dass die ESDS erst auf der Arbeitsplatzoberfläche ausgepackt werden oder das Gerät erst hier geöffnet wird. Danach erfolgt die Bearbeitung und anschließend wieder die Verpackung in dem richtigen Material oder die Schließung des Gerätes. Dies ist z. B. ein typischer Reparaturarbeitsplatz. Eine bessere Möglichkeit ist die Einrichtung einer abgegrenzten und gekennzeichneten EPA. Dieser ESD-Bereich ist so ausgerüstet, dass alle Materialien und Ausrüstungen, die sich in der EPA befinden, die ESD-Anforderungen erfüllen. Eine EPA kann eine komplette Elektronikfertigung ein Wareneingangs- oder Versandbereich, ein Lager usw. sein. Wichtig ist die deutliche Kennzeichnung des Bereiches durch geeignete Maßnahmen, damit nur die berechtigten und unterwiesenen Mitarbeiter diesen betreten.

ESD-gerechte Arbeitsplatzoberflächen

Auf diesen Arbeitsflächen werden ESDS ungeschützt gehandhabt. Elektrostatische Aufladungen dürfen nicht entstehen oder elektrostatisch aufgeladene Teile müssen sich kontrolliert entladen können. Schlagartige Entladungen dürfen nicht auftreten, denn sie führen zu sehr hohen Entladeströmen, die wiederum die ESDS schädigen können. Damit ergeben sich die Anforderungen nach einem unteren und oberen Grenzwert.

- ▶ Elektrostatische Ladungen können noch langsam genug abfließen:
 $R_A > 1 \times 10^6 \Omega$.
- ▶ Elektrostatische Ladungen fließen noch ausreichend kontrolliert ab:
 $R_A < 1 \times 10^9 \Omega$.

Daraus ergeben sich für die Arbeitsplatzoberfläche die folgenden Grenzwerte für den Ableitwiderstand R_A :

$$7,5 \times 10^5 \Omega \leq R_A < 1 \times 10^9 \Omega$$

Alle Arbeitsplatzoberflächen müssen mit der EPA-Erde verbunden sein, damit immer gleiches Potenzial vorhanden ist und eventuell vorhandene elektrostatische Ladungen abfließen können. Gleiches Potenzial ist notwendig, weil elektrostatische Entladungen „nur“ erfolgen können, wenn Potenzialdifferenzen vorhanden sind. Sinnvollerweise ist das gleiche Potenzial gleich Erdpotenzial.

Ein einzelner oder externer Widerstand zwischen Arbeitsplatzoberfläche und EPA-Erde bringt nicht den gewünschten Ableitwiderstand bzw. erfüllt nicht die Anforderung nach einer langsamen Entladung. Ist z.B. die Arbeitsplatzoberfläche aus Metall, also sehr gut leitfähig, und

wird ein Widerstand zwischen Metallplatte und Erde geschaltet, ist der Ableitwiderstand messtechnisch im Grenzbereich, aber beim Kontakt der ESDS mit der Metallplatte kommt es zur schlagartigen Entladung der vorhandenen elektrostatischen Ladungen und das ESDS wird geschädigt.

ESD-gerechter Fußboden

Der Fußboden dient der Ableitung vorhandener elektrostatische Ladungen von den Personen, Wagen usw. Der Fußboden muss also elektrostatisch ableitfähig sein, kann aber auch elektrostatisch leitfähig sein, weil davon ausgegangen wird, dass keine ESDS auf dem Fußboden bearbeitet oder abgelegt werden. Ein unterer Grenzwert wurde aus diesem Grund nicht definiert. Der Fußboden muss natürlich mit dem Potenzialausgleich, der EPA-Erde verbunden sein. Der Ableitwiderstand R_A muss

$$R_A < 1 \times 10^9 \Omega$$

sein. Zwei Sonderanforderungen wurden festgelegt. Erstens bestehen Sicherheitsanforderungen, dann müssen die nationalen Anforderungen eingehalten werden, wie z.B. VDE 0100. Zweitens werden für die Personenerdung nur ESD-gerechte Schuhe eingesetzt, dann darf der Ableitwiderstand des Systems „Person-Schuhe-Fußboden“

$$R_A < 3,5 \times 10^7 \Omega$$

nicht überschreiten (vgl. Abschnitt „Personenerdung“).

ESD-gerechte Stühle

Werden Stühle in einer EPA verwendet, dann müssen diese die Anforderungen für Materialien und Ausrüstungen in einer EPA erfüllen, d.h. sie dürfen sich nicht elektrostatisch aufladen und außerdem müssen sie einen Ableitpfad zu Erde aufweisen, falls elektrostatische Aufladungen entstehen sollten. Der Ableitwiderstand zum Erdungssystem, z.B. Fußboden muss folgende Anforderung erfüllen:

$$R_A < 1 \times 10^{10} \Omega$$

Ein unterer Grenzwert wurde nicht definiert, da keine relevanten Sicherheitsanforderungen bestehen. Personen können grundsätzlich nicht über Stühle elektrostatisch entladen werden.

ESD-gerechte Bekleidung

Die Bekleidung einer Person besteht aus Schuhen, einem Arbeitskittel und Hand-

schuhen. Alle diese Bekleidungsteile müssen die Anforderungen erfüllen und dürfen sich erstens nicht elektrostatisch aufladen und zum anderen müssen sie gewährleisten, dass die Person ständig elektrostatisch entladen ist. Der einfachste Fall sind ESD-gerechten Schuhe. Die Schuhe müssen elektrostatisch ableitfähig ausgeführt und der Ableitwiderstand muss

$$R_A < 1 \times 10^9 \Omega$$

sein. Die Überprüfung des ESD-gerechten Schuhwerkes erfolgt bei der täglichen Kontrolle vor Betreten der EPA, der zu erzielende Systemwiderstand muss im getragenen Zustand im Bereich liegen:

$$5 \times 10^4 \Omega \leq R_A < 1 \times 10^8 \Omega$$

Gelten die erhöhten Anforderungen (vgl. Fußboden und Systemwiderstand) dann darf der maximale Widerstand den Wert von $3,5 \times 10^7 \Omega$ nicht überschreiten.

Damit ist sichergestellt, dass die ESD-gerechten Schuhe funktionsfähig sind.

Das gleiche gilt auch, wenn Schuherdungsbander getragen werden. Wichtig ist, dass zwei Bänder angelegt wurden, denn nur dann kann gesichert werden, dass die Person ständig Kontakt mit dem Fußboden hat.

Die Überprüfung der gelieferten Schuhe muss halbjährlich nach DIN EN 61340-4-3 [8] erfolgen.

Die ESD-gerechte Arbeitsbekleidung stellt sicher, dass die normale Bekleidung der Person „abgedeckt“ ist. Elektrostatische Aufladungen der normalen Hemden, Blusen, Hosen, Röcken usw. können so wirksam von den ESDS geschützt werden. Die Bekleidung ist nicht geeignet, um die Person 100 %ig zu entladen. Versuche haben gezeigt, dass kein dauerhafter Kontakt zwischen Person und ESD-gerechter Bekleidung hergestellt werden kann, weder Bündchen noch Druckknöpfe können dies sichern. ESD-gerechte Bekleidung ist ständig geschlossen zu tragen.

Natürlich darf sich die ESD-gerechte Bekleidung auch nicht elektrostatisch aufladen. Weiterhin ist zu beachten, dass die elektrischen Eigenschaften der Bekleidung sich durch das Waschen verändern können. Da ESD-gerechte Bekleidung normalerweise nicht mit Potenzialausgleich verbunden wird, kann auch kein Ableitwiderstand angegeben werden. Für den Oberflächenwiderstand gibt die neue Norm einen maximalen Widerstand von

$$R_O < 1 \times 10^{12} \Omega$$

an, unter Beachtung, dass der Ladungsabbau von 1000 V auf 100 V (10 %) in weniger als 2 s erfolgt. ▷

Abschließend müssen Handschuhe und Fingerlinge betrachtet werden. Durch die weiter fortschreitende Miniaturisierung der Bauelemente und Baugruppen, müssen diese z.B. von Verunreinigungen geschützt werden. Es werden immer häufiger Handschuhe eingesetzt, sind diese unpraktisch, werden Fingerlinge verwendet. Diese dürfen den Ableitpfad von der Person zum Potentialausgleich nicht unterbrechen. Die Anforderungen sind also die gleichen, wie die für die Handgelenkerdung. Der obere Grenzwert wurde höher gewählt, weil hier noch einige Fragen zu den Messverfahren offen sind:

$$7,5 \times 10^5 \Omega \leq R_A < 1 \times 10^{12} \Omega$$

Personenerdung, Handgelenkbanderung

Die Person ist die größte Gefahr für ESDS, sie ist die hauptsächliche Quelle für elektrostatische Aufladungen. Wird die Person mit den vorgestellten ESD-Maßnahmen ausgerüstet, ist die Gefahr kontrollierbar. Die vorliegende neue ESD-Norm geht von folgendem Grundsatz aus:

- 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 und das Schuhwerk Hauptmaßnahme zur Kontrolle sein. [3]

D.h. grundsätzlich ist die Person über das Handgelenkerdungsband mit Potentialausgleich zu verbinden, nur wenn dies unpraktisch ist, z.B. in stehender Tätigkeit, dann kann die zweite Variante über Schuhe und Fußboden zum Einsatz kommen.

Ausrüstungen/ Geräte	DIN EN 100015		DIN EN 61340-5-1	
	R _o Ω	R _A Ω	R _o Ω	R _A Ω
Arbeitsoberfläche, Lagerregale, flächen, Wagen	1 x 10 ⁴ ... 1 x 10 ⁹	7,5 x 10 ⁶ ... 1 x 10 ⁹	1 x 10 ⁴ ... 1 x 10 ¹⁰	7,5 x 10 ⁶ ... 1 x 10 ⁹
Fußboden	1 x 10 ⁴ ... 1 x 10 ¹² ³⁾	7,5 x 10 ⁶ ... 1 x 10 ¹²		≤ 1 x 10 ⁹ ^{1) + 2)}
Stühle	1 x 10 ⁴ ... 1 x 10 ⁹	7,5 x 10 ⁶ ... 1 x 10 ¹² ^{3) 4)}		≤ 1 x 10 ¹⁰
Bekleidung	7,5 x 10 ⁶ ... 1 x 10 ¹² ³⁾		≤ 1 x 10 ¹² ¹⁾	
Handschuhe/ Fingerlinge	< 1 x 10 ⁹	< 1 x 10 ⁹		
Werkzeuge				≤ 1 x 10 ¹² Ω
Widerstandswerte für die tägliche Überprüfung				
Handgelenkband		9 x 10 ⁵ ... 5 x 10 ⁶		7,5 x 10 ⁵ ... 3,5 x 10 ⁷
Handschuhe				7,5 x 10 ⁵ ... 1 x 10 ¹²
Schuhwerk		9 x 10 ⁵ ... 3,5 x 10 ⁷		5 x 10 ⁴ ... 1 x 10 ⁸
Anmerkungen:				
¹⁾ Der minimale Widerstand wird durch die nationalen Festlegungen zum Personenschutz bestimmt. In der Bundesrepublik gilt hier die VDE 0100: Mindestwiderstand: 5 x 10 ⁹ Ω.				
²⁾ Wird der Fußboden zur primären Ableitung elektrostatischer Aufladungen von Personen benutzt, muss der Widerstand des Bodens zwischen 7,5 x 10 ⁵ ... 3,5 x 10 ⁷ Ω liegen.				
³⁾ Oberhalb eines Widerstandes von 1 x 10 ⁹ Ω muss die Ableitzeit gemessen werden. Die Ableitzeit muss kleiner 2 s sein.				
⁴⁾ Der Widerstand zwischen Sitzlehne und Armstütze zu einem Stuhlfuß muss < 1 x 10 ⁹ Ω sein.				

Tabelle 2: Anforderungen an ESD-gerechte Ausrüstungen [3], [4] im Vergleich der Normen

Dann sind aber die erhöhten Anforderungen für den Systemwiderstand „Person-Schuhe-Fußboden“ einzuhalten. Weiterhin muss festgestellt werden, dass Personen grundsätzlich nicht über ESD-gerechte Stühle geerdet werden können, weil die normale Bekleidung unter dem ESD-gerechten Arbeitskittel der Person nicht ableitfähig ist, sondern aus isolierendem Material besteht, und somit keinen Kontakt der Person mit der ESD-gerechten Bekleidung und dem Stuhl sicher stellt.

Wie schon beschrieben, ist das Handgelenkerdungsband die beste Möglichkeit für die Herstellung des Potenzialausgleiches einer Person. Es wird im getragenen Zustand täglich vor Betreten der EPA an z. B. einer Teststation überprüft. Die elektrischen Anforderungen für den Systemwiderstand lauten:

$$7,5 \times 10^5 \Omega \leq R_A < 3,5 \times 10^7 \Omega$$

Mit diesem Test wird gleichzeitig das vorhandene Erdungs- bzw. Spiralkabel über-

prüft. Für die Verbindung des Handgelenkerdungsbandes muss an jedem Arbeitsplatz mindestens ein besser zwei Anschlusspunkte zur Verfügung stehen. Der zweite Anschlusspunkt dient als EBP für einen „Besucher“. Aus Personensicherheitsgründen sind geeignete Erdungsboxen mit eingebauten Schutzwiderständen zu verwenden. Nicht sinnvoll sind Schrauben, die einfach in leitfähige Holzplatten und Metallgestelle gedreht werden.

DIN EN 100015 und DIN EN 61340-5-1 im Vergleich

Die **Tabelle 2** enthält die Anforderungen für die ESD-Materialien und Ausrüstungen. Die Widerstandswerte werden verglichen, es ergeben sich weitestgehend Übereinstimmungen. Wie kann es auch anders sein, die Grundprinzipien der elektrostatischen Auf- und Entladungen können sich nicht ändern. Geringe Differenzen gibt es bei Stühlen und der Beklei- ▶

dung. Die größten Differenzen und besser die größte Präzisierung gibt es bei ESD-gerechten Fußböden. In der Fassung der DIN EN 100015 waren Fußböden mit einem Ableitwiderstand von bis zu $1 \times 10^{12} \Omega$ zulässig. Differenzen gab es hin und wieder auch bei der Definition des Ableit-, Erd- oder Erdableitwiderstandes von verlegten Fußböden. Dies ist jetzt vereinfacht, es gilt nur der Ableitwiderstand oder Widerstand gegen Potentialausgleich und dieser darf den Wert von $1 \times 10^9 \Omega$ nicht überschreiten.

Für Handschuhe oder besser für das Material gibt es keinen Widerstandswert. Das liegt daran, dass hier noch kein Prüfverfahren existiert. Die Handschuhe werden einfach angezogen und die Prüfung erfolgt täglich an der Eingangskontrollstation. Das gleiche gilt für Fingerlinge. Der obere Widerstandsgrenze für das ESD-Schuhwerk wurde angehoben. Der Grund dafür sind die Differenzen der auf dem Markt befindlichen Schuhe. Es gibt sehr viel Schuhe, deren Ableitwiderstand gerade im Grenzbereich liegt. Die Entladung der Person ist auch bei 50 oder 100 M Ω gewährleistet. Der maximale Widerstand von allen ESD-Schutzmaßnahmen darf den oberen Grenzwert von $1 \times 10^9 \Omega$ nicht überschreiten. Die Anmerkung für das System Person-Schuhe-Widerstand wurde bereits erklärt. Hier gilt nochmals, der maximale Widerstand an der Prüfstation darf den Wert von $3,5 \times 10^7 \Omega$ nicht überschreiten.

ESD-Koordinator bzw. ESD-Beauftragter

Nach der alten Norm war es gleichgültig, ob ein ESD-Koordinator eingesetzt wird oder nicht. Die neue Norm [3] legt fest:

- ▶ 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.

D.h. in allen Bereichen, in denen mit ESDS gearbeitet wird, muss ein ESD-Koordinator von der Betriebsleitung ernannt werden. Die Betriebsleitung ist verantwortlich für die Schulung aller Mitarbeiter, für die Durchführung der Wiederholungsschulungen, für die Umsetzung der ESD-Norm, für die Überprüfung und Pflege der EPA. Der ESD-Koordinator ist „nur“ der ausführende Spezialist.

Die Schulungen müssen mindestens einmal im Jahr durchgeführt werden. Kommt es zu Veränderungen, Aufbau von neuen Arbeitsplätzen, Maschinen und Anlagen, dann müssen die Mitarbeiter entsprechend öfters unterwiesen wer-

den. Der ESD-Koordinator selbst muss aus- und weitergebildet werden.

Ist die EPA fertig ausgerüstet, erfolgt eine Abnahme durch den ESD-Koordinator oder durch einen Dritten. Die Zertifizierung der EPA muss der ESD-Koordinator oder eine externe Stelle vornehmen. Üblich sind Begehungen und Zertifizierungen durch Kunden, Subunternehmer usw. Die Begehungen, die in der Regel mit der Überprüfung der elektrischen Werte der ESD-Ausrüstungen verbunden sind, müssen mindestens einmal im Jahr und bei allen Veränderungen in einer Fertigung durchgeführt werden.

Mess- und Prüfmethode

Normgerechte Mess- und Prüfmethode, Erfahrungen und Probleme werden in einem weiteren Beitrag beschrieben. [14], [15], [16]

Zusammenfassung

Durch die endgültige Einführung der neuen Standards DIN EN 61340-5-1 und DIN EN 61340-5-2 sind konkrete Vorschriften vorhanden, um die vorhandenen EPAs so auszustatten, dass keine ESDS geschädigt werden. Die neuen Standards sind präzise und aussagekräftig. Die Anforderungen für die ESD-Schutzmaßnahmen wurden reduziert auf die Aussage nach dem zulässigen Widerstandswerten.

Grundsätzliche Veränderungen in den Auf- und Entlademechanismen von elektrostatischen Ladungen kann es nicht geben. Dies sind klassische Mechanismen. Die Beherrschung dieser wird aber dadurch besser.

Sicher gibt es weitere Veränderungsmöglichkeiten und Vorschläge. Es wird bereits an einer internationalen Nachfolgenorm gearbeitet. Im Moment gibt es neben dieser allgemeinen weltweit geltenden Norm noch eine amerikanischen Vorschrift, die ANSI/ESD S20.20-1999 [10], ein sogenanntes „ESD Control Handbook“. Dieses hat gleichfalls positive Seiten. Beide Normen sollen in den zukünftigen Standard eingebracht werden.

Fax +49/3 52 04/2 03 99
b.e.stat-esd@t-online.de
productronic 409

Dipl.-Ing. Hartmut Berndt leitet seit über 10 Jahren den Fachausschuss 7.3 Elektrostatik im VDE GMM. Seit 1995/1996 ist er Mitglied der nationalen und internationalen Normungsausschüsse, seit 2002 ist er Sekretär des zuständigen Normungsausschusses TC 101 „Electrostatics“ beim IEC. 1994 gründete er seine Firma B.E.STAT Elektronik Elektrostatik,

die heute aus den zwei Firmen B.E.STAT ESD competence centre und der B.E.STAT Elektronik Elektrostatik GmbH, einer Beratungs- und einer Fertigungs- und Vertriebsfirma besteht.

Literatur

- [1] IEC 61340-5-1: Technical Report, Electrostatics – Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General Requirements, 1998-12
- [2] IIEC 61340-5-2: Technical Report, Electrostatics – Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – User guide, 1999-02
- [3] IDIN EN 61340-5-1: Elektrostatik, Teil 5-1: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektro-statische Phänomene – Allgemeine Anforderungen, August 2001
- [4] IDIN EN 61340-5-2: Elektrostatik, Teil 5-2: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektro-statische Phänomene – Benutzerhandbuch, Oktober 2001
- [5] IDIN IEC 1340-4-1: Elektrostatik, Teil 4: Festgelegte Untersuchungsverfahren für besondere Anwendungen Hauptabschnitt 1: Elektrostatisches Verhalten von Bodenbelägen und von verlegten Fußböden, April 1997
- [6] IDIN EN 61340-3-1: Elektrostatik, Teil 3-1: Verfahren zur Simulation elektrostatischer Entladung – Human Body Model (HBM) – Bauelementprüfung, Februar 2003
- [7] IDIN EN 61340-3-2: Elektrostatik, Teil 3-2: Verfahren zur Simulation elektrostatischer Entladung – Machine Model (MM) – Bauelementprüfung, Februar 2003
- [8] IDIN EN 61340-4-3: Elektrostatik, Teil 4-3: Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen – Schuhwerk, September 2002
- [9] Iberndt, H., VDE-Schriftenreihe 71 „Elektrostatik“, VDE-Verlag 1998
- [10] IANSI/ESD S20.20 -1999 ESD association standard for the Development of an Electrostatic Discharge Control Program
- [11] IANSI/ESD-S7.1: 1994 ESD association standard for protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items – Resistive Characterization of Materials – Floor Materials
- [12] IDIN IEC 61340-4-1: Nachfolgenorm von DIN IEC 1340-4-1 (in Vorbereitung)
- [13] IDIN EN 61340-4-5: Electrostatics Part 4: Standard test methods for specific applications – Section 5: Methods for characterising the electrostatic protection of footwear and flooring in combination (in Vorbereitung)
- [14] Iberndt, H., A study of the Variables of Electrodes used in the Measurement of Table and Floor Materials and How They Affect the Test Results 23. EOS/ESD-Symposium 2001, Portland
- [15] Iberndt, H., ESD - steps against electrostatic discharge – prevention of electronic devices and assemblies, APEX 2003, Anaheim/Los Angeles
- [16] Iberndt, H., Experiences at the measurements of packaging material for electronic devices according to the new standard EN 61340-5-1, IOP, London, 2003