

	DIN IEC/TR 61340-5-4 (VDE 0300-5-4)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Leitlinie im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 17.220.20; 31.020

Einsprüche bis 2019-01-02

Entwurf

**Elektrostatik –
Teil 5-4: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische
Phänomene –
Überprüfung der Übereinstimmung
(IEC 101/559/CD:2018);
Text Deutsch und Englisch**

Electrostatics –
Part 5-4: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena –
Compliance verification
(IEC 101/559/CD:2018);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf für eine VDE-Leitlinie mit Erscheinungsdatum 2018-11-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte VDE-Leitlinie von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Entwurfs für eine VDE-Leitlinie werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer VDE-Leitlinie erstellt und ist die Übernahme eines Fachberichts der IEC (IEC/TR).

Gesamtumfang 138 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt		Seite
Nationales Vorwort.....		9
Einleitung		10
1 Anwendungsbereich		11
2 Normative Verweisungen		11
3 Begriffe		12
4 Personensicherheit.....		12
5 Prüfgeräte		12
5.1 Auswahl von Prüfgeräten		12
5.2 Netzsteckdosenprüfstecker		12
5.3 Wechselstrom-Schleifenprüfer (Impedanzmeter).....		12
5.4 Charged plate monitor (CPM)		12
5.5 Tragbares Prüfset.....		13
5.6 Konzentrische Ringelektrode		13
5.7 Gleichstrom-Ohmmeter		14
5.8 Elektrostatisches Feldmeter		14
5.9 Elektrostatisches Voltmeter		14
5.10 Fußelektrode		14
5.11 Handelektrode		14
5.12 Isolierende Auflagefläche		15
5.13 Integriertes Prüfgerät.....		15
5.14 Widerstandsmesselektrode(n).....		15
5.15 Zwei-Punkt-Elektrode		15
6 Potentialausgleichssysteme		15
6.1 Verantwortung für die Überprüfung von Systemen		15
6.2 Zielsetzung		16
6.3 Prüfgeräte		16
6.4 Prüfverfahren		16
6.4.1 Elektrische Steckdosen		16
6.4.2 Anschlussstellen für das Handgelenkband		17
6.5 Fehlerbehebung		17
6.5.1 Fehler in der Steckdose		17
6.5.2 Fehler an den Anschlussstellen für das Handgelenkband		17
7 Arbeitsoberflächen.....		17
7.1 Grundlagen des Prüfverfahrens		17
7.2 Zielsetzung		17

7.3	Prüfgeräte.....	18
7.4	Prüfverfahren.....	18
7.5	Fehlersuche.....	19
7.5.1	Visuelle/mechanische Überprüfung	19
7.5.2	Elektrischer Test	19
8	Handgelenkbandsystem.....	20
8.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	20
8.2	Zielsetzung	20
8.3	Prüfgeräte.....	20
8.4	Prüfverfahren.....	20
8.4.1	Testen mit integriertem Prüfgerät	20
8.4.2	Prüfung mit Gleichstrom-Ohmmeter	21
8.5	Fehlersuche.....	22
9	Personen-Schuhwerk-System.....	22
9.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	22
9.2	Zielsetzung	22
9.3	Prüfgeräte.....	22
9.4	Prüfverfahren.....	22
9.4.1	Testen mit integriertem Prüfgerät	22
9.4.2	Prüfung mit Gleichstrom-Ohmmeter	23
9.5	Fehlersuche.....	24
10	Fußböden	24
10.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	24
10.2	Zielsetzung	24
10.3	Prüfgeräte.....	24
10.4	Prüfverfahren.....	25
10.5	Fehlersuche.....	25
11	Personen-Schuhwerk-Bodensystem.....	26
11.1	Messung des elektrischen Widerstandes	26
11.1.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	26
11.1.2	Zielsetzung	26
11.1.3	Prüfgeräte.....	26
11.1.4	Prüfverfahren	26
11.1.5	Fehlersuche	27
11.2	Messungen der Aufladbarkeit	27
11.2.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	27
11.2.2	Zielsetzung	28
11.2.3	Prüfgeräte.....	28
11.2.4	Prüfverfahren	28

11.2.5	Fehlersuche	28
12	Sitzgelegenheiten	28
12.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	28
12.2	Zielsetzung	29
12.3	Prüfgeräte	29
12.4	Prüfverfahren	29
12.5	Fehlersuche	30
13	Luftionisatoren	30
13.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	30
13.2	Zielsetzung	30
13.3	Prüfgeräte	31
13.4	Prüfverfahren	31
13.4.1	Erster Prüfaufbau	31
13.4.2	Entladezeittest	31
13.4.3	Offsetspannungstest (Balance)	31
13.5	Fehlersuche	31
14	Mobile Ausrüstung	32
14.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	32
14.2	Zielsetzung	32
14.3	Prüfgeräte	32
14.4	Prüfverfahren	33
14.5	Fehlersuche	33
15	Erdungsfähiges ESD-Bekleidungssystem	34
15.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	34
15.2	Zielsetzung	34
15.3	Prüfgeräte	34
15.4	Prüfverfahren	35
15.4.1	Integriertes Prüfgerät	35
15.4.2	Messgerät	35
15.5	Fehlersuche	36
16	ESD-Bekleidung und erdungsfähige ESD-Bekleidung – Punkt-zu-Punkt-Methode	36
16.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	36
16.2	Zielsetzung	37
16.3	Prüfgeräte	37
16.4	Prüfverfahren	37
16.5	Fehlersuche	38
17	Hängende ESD-Bekleidung und hängende erdungsfähige ESD-Bekleidung – Klammersmethode	38
17.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	38

17.2	Zielsetzung	39
17.3	Prüfgeräte	39
17.4	Prüfverfahren	39
17.5	Fehlersuche	40
18	Verpackungen	40
18.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	40
18.2	Zielsetzung	41
18.3	Prüfgeräte	41
18.4	Prüfverfahren	41
18.4.1	Prüfen des Oberflächenwiderstands mit einem integrierten Messgerät	41
18.4.2	Oberflächenwiderstand unter Verwendung einer konzentrischen Ringelektrode	41
18.4.3	Prüfen des Oberflächenwiderstands mit einem Gleichstrom-Ohmmeter und einer Zwei-Punkt-Elektrode	42
18.4.4	Punkt-zu-Punkt-Messung mit Widerstandsmesselektrode(n)	42
18.4.5	Prüfen des Volumenwiderstands mit einem integrierten Prüfgerät oder einem Messgerät	43
18.5	Fehlerbehebung (Oberflächen- und Volumenwiderstand)	44
Anhang A (informativ) Häufigkeit von Prüfungen		45
Anhang B (normativ) Andere Prüfmethoden für ESD-Bekleidung		46
B.1	Allgemeine Überlegungen zu anderen Prüfmethoden	46
B.2	Vorsichtsmaßnahmen, die bei der Durchführung von Tests zu beachten sind	46
B.3	Triboaufladungstests für Kleidungsstücke	46
B.3.1	Zielsetzung	46
B.3.2	Prüfgeräte für Körperspannungsmessungen	46
B.3.3	Prüfverfahren für Messungen der Körperspannung	47
B.3.4	Prüfen durch Entfernen von Kleidungsstücken	47
B.3.5	Prüfen durch Reiben eines Kleidungsstücks	48
B.3.6	Prüfen mit einem Sitz	49
B.3.7	Prüfgeräte zum Messen der Ladung an Kleidungsstücken	50
B.3.8	Prüfverfahren zum Messen der Ladung an Kleidungsstücken	51
B.3.9	Prüfgeräte zur Messung des elektrostatischen Feldes oder der Oberflächenspannung an Kleidungsstücken	52
B.3.10	Prüfverfahren zur Messung des elektrostatischen Feldes oder der Oberflächenspannung an Kleidungsstücken	52
B.3.11	Fehlersuche bei Triboaufladungstests	52
B.4	Prüfung der Entladungszeit für Kleidungsstücke	53
B.4.1	Zielsetzung	53
B.4.2	Prüfgeräte zum Messen der Entladungszeit nach Triboaufladung	53
B.4.3	Prüfverfahren zur Messung der Entladungszeit nach der Triboaufladung	53
B.4.4	Prüfgeräte zur Messung der Entladungszeit nach Koronaaufladung	54
B.4.5	Prüfverfahren zur Messung der Entladungszeit nach der Koronaaufladung	54

B.4.6	Prüfgerät zur Messung der Entladungszeit nach Anschluss an eine Gleichstrom-Hochspannungsquelle	55
B.4.7	Prüfverfahren zur Messung der Entladungszeit nach dem Anschluss an eine Gleichstrom-Hochspannungsquelle	55
B.5	Feldunterdrückungstests für Kleidungsstücke	56
B.6	Prüfen der Kapazitätsaufladung für Kleidungsstücke	56
Anhang C (normativ) Elektrische Löt-/ Entlötwerkzeuge		57
C.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	57
C.2	Zielsetzung	57
C.3	Prüfgeräte	57
C.4	Prüfverfahren	57
C.4.1	Löt-/ Entlöt-Werkzeugspitzen-Spannungsprüfverfahren (heißes Eisen) unter Verwendung eines integrierten Prüfgeräts	57
C.4.2	Löt-/ Entlöt-Werkzeug-Widerstand gegen Erde (kaltes Eisen)	58
C.4.3	Löt-/ Entlöt-Werkzeug-Widerstand gegen Erde (heißes Eisen) unter Verwendung eines Niederohm-Messgeräts	58
C.5	Fehlersuche	59
Anhang D (normativ) Werkzeuge		60
D.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	60
D.2	Zielsetzung	60
D.3	Prüfgeräte	60
D.3.1	Widerstandsmessungen	60
D.3.2	Messungen der Entladungszeit	60
D.3.3	Prüfverfahren für Widerstandsmessungen an Werkzeugen	60
D.3.4	Prüfverfahren zur Messung des Werkzeugwiderstands gegen Erde	61
D.3.5	Prüfverfahren für Messungen der Entladungszeit	62
D.3.6	Fehlersuche	63
Anhang E (normativ) Konstante (kontinuierliche) Überwachung		64
E.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	64
E.2	Zielsetzung	64
E.3	Prüfgeräte	64
E.4	Prüfverfahren	64
E.5	Fehlersuche	64
Anhang F (normativ) Prozessrelevante Isolatoren		65
F.1	Grundlagen des Prüfverfahrens	65
F.2	Zielsetzung	65
F.3	Prüfgeräte	65
F.4	Prüfverfahren zur Messung der elektrostatischen Feldstärke an der Stelle des ESD-empfindlichen Geräts (ESDS) zur Quelle des elektrostatischen Feldes	65
F.5	Messung der Oberflächenspannung bei prozessrelevanten Isolatoren erfordern	66
F.6	Fehlersuche	66

Anhang G (normativ) Prozessrelevante isolierte Leiter.....	67
G.1 Grundlagen des Prüfverfahrens	67
G.2 Zielsetzung	67
G.3 Prüfgeräte.....	67
G.4 Fehlersuche.....	68
Anhang H (normativ) Handschuhe und Fingerlinge – Widerstand bei der Benutzung	69
H.1 Grundlagen des Prüfverfahrens	69
H.2 Zielsetzung	69
H.3 Prüfgeräte.....	69
H.4 Prüfverfahren.....	69
H.4.1 Integriertes Handgelenkband-Prüfgerät mit Kontaktplatte und Handgelenkband	69
H.4.2 Integriertes Schuhwerkprüfgerät mit Fußplatte und Kontaktplatte und ESD-Schuhwerk	70
H.4.3 Konstante Flächen- und Kraftelektrode (CAFE) mit Gleichstrom-Ohmmeter und Handgelenkband	70
H.5 Fehlersuche.....	71
Literaturhinweise	72
Bilder	
Bild 1 – Beispiel einer Testanordnung für ein tragbares Prüf-Set	13
Bild 2 – ESD-geschützter Arbeitsplatz	16
Bild 3 – ESD-Arbeitsoberflächentest	18
Bild 4 – Punkt-zu-Punkt-Messaufbau	20
Bild 5 – Handgelenkband-Test mit integriertem Prüfgerät	21
Bild 6 – Handgelenkband-Test mit Messgerät	21
Bild 7 – Prüfung des ESD-Schuhwerks mit Gleichstrom-Ohmmeter	23
Bild 8 –Test für ESD-Böden	25
Bild 9 – Prüfen des Personen-Schuhwerk-Boden-Systems.....	27
Bild 9 – Prüfung eines ESD-Stuhls	30
Bild 10 – Prüfung der mobilen ESD-Ausrüstung	33
Bild 11 – Lötkolben-Widerstandsmessung	58
Bild 12 – Widerstandsmessung am Werkzeug.....	61
Bild 13 – Widerstand des Werkzeugs gegen Erde.....	62
Bild 14 – Messung der Entladezeit des Werkzeugs.....	63
Bild 15 – Test des erdungsfähigen ESD-Bekleidungssystems mit integriertem Prüfgerät	35
Bild 16 – Prüfaufbau für erdungsfähige Bekleidung in Kombination mit einer Person, Handelektrode und Messgerät.....	36
Bild 17 – Punkt-zu-Punkt-Messung von Bekleidung	38
Bild 18 - Elektroden für den Prüfung hängender Kleidungsstücke.....	39
Bild 19 – Alternative Punkt-zu-Punkt-Widerstandsmessung	40
Bild 26 –Prüfaufbau mit einer konzentrischen Ringelektrode	42
Bild 27 – Prüfaufbau mit einem Messgerät und einer Zwei-Punkt-Elektrode.....	42

Bild 28 – Prüfaufbau mit zwei Widerstandsmesselektroden	43
Bild 29 – Prüfaufbau mit einer konzentrischen Ringelektrode.....	44
Bild 20 – Beispiel für einen Prüfaufbau zum Messen der Körperspannung beim Entfernen eines Kleidungsstücks.....	48
Bild 21 – Beispiel für einen Prüfaufbau zur Messung der Körperspannung beim Reiben des zu prüfenden Kleidungsstücks	49
Bild 22 – Beispiel eines Prüfaufbaus zur Messung der Körperspannung beim Aufstehen von einem Sitz.....	50
Bild 23 – Beispiel für einen Prüfaufbau zur Messung der Ladung an Kleidungsstücken	51
Bild 24 – Beispiele für Testanordnungen zur Messung der Entladungszeit an Kleidungsstücken, die getragen werden sowie auf einer Arbeitsoberfläche nach der Triboaufladung.....	54
Bild 25 – Beispiel für einen Prüfaufbau zum Messen der Entladungszeit nach dem Anschließen eines Kleidungsstücks an eine Gleichstrom-Hochspannungsquelle.....	56
Bild 30 – Handgelenkband-Test mit einem Handschuh mit integriertem Prüfgerät	70
Bild 31 – Test beim Tragen eines Handschuhs unter Verwendung einer CAFE	71

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 101/559/CD:2018 „Electrostatics – Part 5-4: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – Compliance verification“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 101 „Electrostatics“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 185 „Elektrostatik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

**Elektrostatik –
Teil 5-4: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische
Phänomene –
Überprüfung der Übereinstimmung**

Einleitung

Der Nachweis der EPA-Funktionalität (die Konformitätsprüfung) ist der Prozess der Überwachung und Messung aller Elemente des ESD-Schutzes. Regelmäßige (Konformitäts-)Prüfungen und Tests sind ein wesentlicher Teil dieses Prozesses; sie stellen sicher, dass ESD-Schutzzonen und -Geräte wirksam bleiben und dass das ESD-Kontrollprogramm in Übereinstimmung mit einem ESD-Kontrollplan umgesetzt wird.

Produktqualifizierungen werden typischerweise unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt, oft in einer Laborumgebung und unter Verwendung von Industriestandards, um eine hohe Genauigkeit sicherzustellen. Konformitätsprüfungen werden unter Betriebsbedingungen mit Testmethoden durchgeführt, die den Anforderungen einer Organisation entsprechen. Obwohl Produktqualifizierungstestmethoden verwendet werden können, werden bei Tests zur Konformitätsprüfung häufig einfache Geräte und Verfahren verwendet. Genauigkeit ist dabei immer noch wichtig, aber ebenso wichtig ist die Fähigkeit, zerstörungsfreie Prüfungen durchzuführen, ohne den normalen Betriebsablauf zu unterbrechen.

Dieser Technische Bericht beschreibt Geräte und Testmethoden, die für die Überprüfung von ESD-Kontrollelementen und -systemen verwendet werden können, und gibt den Benutzern Hinweise zur Durchführung der Tests und zur Ergreifung geeigneter Maßnahmen, um eine kontinuierliche Konformität sicherzustellen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61340 beschreibt Tests zur Konformitätsprüfung, die in ESD-Kontrollplänen enthalten sind, wie sie in IEC 61340-5-1 festgelegt sind.

Die Prüfverfahren basieren auf den in IEC 61340-5-1 und anderen Teilen von IEC 61340 festgelegten Verfahren. Sie werden vereinfacht, wenn das für die Zwecke der Konformitätsprüfung erforderlich ist und sind von qualifiziertem Personal durchzuführen.

Benutzer können unter Bezugnahme auf dieses Dokument in ihrem ESD-Kontrollplan die hier beschriebenen Testmethoden ohne Änderung oder Ergänzung anwenden. Alternativ können die in diesem Dokument beschriebenen Testmethoden an die Anforderungen ihres eigenen ESD-Kontrollplans angepasst werden, sofern Abweichungen in den Geräten oder im Verfahren in ihrem Konformitätsprüfplan dokumentiert sind.

Die Produktqualifikation ist vom Anwendungsbereich dieses Dokuments ausgeschlossen.

2 Normative Verweisungen

Auf die folgenden Dokumente in ihrem vollen Umfang bzw. auf Teile dieser Dokumente wird in diesem Dokument normativ verwiesen. Sie sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC/TR 61340-1:2012, *Electrostatics – Part 1: Electrostatic phenomena – Principles and measurements*

IEC/TR 61340-2-2:2000, *Electrostatics – Part 2-2: Measurement methods – Measurement of chargeability*

IEC 61340-2-3, *Electrostatics – Part 2-3: Methods of test for determining the resistance and resistivity of solid planar materials used to avoid electrostatic charge accumulation*

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

IEC/TS 61340-4-2:2013, *Electrostatics – Part 4-2: Standard test methods for specific applications – Electrostatic properties of garments*

IEC 61340-4-3, *Electrostatics – Part 4-3: Standard test methods for specific applications – Footwear*

IEC 61340-4-5, *Electrostatics – Part 4-5: Standard test methods for specific applications – Methods for characterizing the electrostatic protection of footwear and flooring in combination with a person*

IEC 61340-4-6, *Electrostatics – Part 4-6: Standard test methods for specific applications – Wrist straps*

IEC 61340-4-7, *Electrostatics – Part 4-7: Standard test methods for specific applications – Ionization*

IEC 61340-4-9, *Electrostatics – Part 4-9: Standard test methods for specific applications – Garments*

IEC 61340-5-1, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*

IEC/TR 61340-5-2:201x, *Electrostatics – Part 5-2: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – User guide*

IEC 61340-5-3:2015, *Electrostatics – Part 5-3: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – Properties and requirements classification for packaging intended for electrostatic discharge sensitive devices*

IEC 62631-3-2, *Dielectric and resistive properties of solid insulating materials – Part 3-1: Determination of resistive properties (DC methods) – Surface resistance and surface resistivity*

ANSI/ESD STM13.1, *Standard Test Method for Measuring Electrical Potential from – Electrical Soldering/Desoldering Hand Tools*

ANSI/ESD SP15.1-2011, *ESD Association Standard Practice for the Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items – In-Use Resistance Testing of Gloves and Finger Cots*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe und Definitionen, die in den Normativen Verweisungen der zitierten Dokumenten angegeben sind.

4 Personensicherheit

Die in diesem Dokument beschriebenen Verfahren und Geräte können Personen gefährlichen elektrischen Bedingungen aussetzen. Benutzer dieses Dokuments sind verantwortlich für die Auswahl von Geräten, die mit anwendbaren Gesetzen, behördlichen Vorschriften sowie externen und internen Richtlinien übereinstimmen. Dieses Dokument kann keine Anforderungen an die Sicherheit des Personals ersetzen oder ablösen.

Es sollten Maßnahmen zur Reduzierung von elektrischen Gefahren ergriffen werden, und es sollten die entsprechenden Erdungsanleitungen für die Geräte befolgt werden.

5 Prüfgeräte

5.1 Auswahl von Prüfgeräten

Wenn die in diesem Abschnitt beschriebenen Spezifikationen für Prüfgeräte nicht mit den erforderlichen Messbereichen im ESD-Kontrollplan übereinstimmen, sollten andere Prüfgeräte verwendet und dokumentiert werden, die dem Bereich entsprechen.

Prüfgeräte sollten gemäß den Empfehlungen des Herstellers verwendet und kalibriert werden.

5.2 Netzsteckdosenprüfstecker

Das ist ein Gerät, das an eine Netzsteckdose angeschlossen wird und normalerweise per Lichtsignal anzeigt, ob die Steckdose korrekt verdrahtet ist oder ein Fehlerzustand vorliegt. Zur Konformitätsprüfung kann ein Netzsteckdosenprüfstecker verwendet werden, um die korrekte Verdrahtung des Schutzleiters anzuzeigen.

Bitte beachten Sie, dass einige Netzsteckdosenprüfstecker nicht in der Lage sind, Schutz- und Nulleitervertauschungen, Phasen- und Nulleitervertauschungen bzw. Phasen – und Schutzleitervertauschungen zu unterscheiden oder zu bestimmen, ob die Impedanz des Schutzleiters gegen Masse innerhalb der Spezifikationen der Organisation ist.

5.3 Wechselstrom-Schleifenprüfer (Impedanzmeter)

Das Messgerät sollte in der Lage sein, die Impedanz des Schutzleiters von einer Steckdose (Steckdose, die zur Herstellung der Wechselstrom-Schutzleiter verwendet wird) zur neutralen Verbindung am Hauptanschluss zu messen. Das Messgerät sollte auch die korrekte Verdrahtung überprüfen.

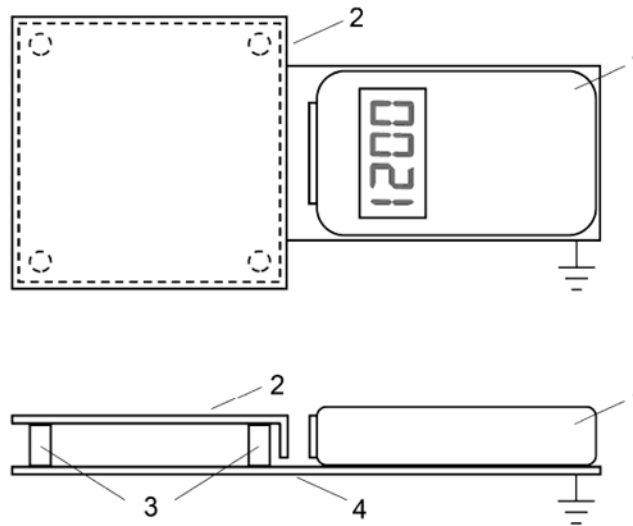
5.4 Charged plate monitor (CPM)

Ein Charged Plate Monitor (CPM) wie in **IEC 61340-4-7** beschrieben. Eine CPM-Platte, die (150 ± 1) mm x (150 ± 1) mm misst und eine Mindestkapazität von 15 pF besitzt, wenn sie ohne elektrische Verbindungen in

der Prüfvorrichtung montiert wird. Die Gesamtkapazität der Testschaltung mit Platte beträgt $20 \text{ pF} \pm 2 \text{ pF}$. Wenn ein CPM verwendet wird, dessen Kapazität von der definierten CPM-Platte abweicht, muss der Benutzer einen Korrelationsfaktor für die Entladezeit bestimmen.

5.5 Tragbares Prüfset

Tragbare Prüfsets für die Konformitätsprüfung von Ionisatoren sind im Handel erhältlich und bestehen in der Regel aus vier Komponenten: 1) elektrostatisches Feldmeter oder Voltmeter, 2) CPM-Platte getrennt von einer Grundplatte auf isolierenden Abstandshaltern, 3) Plattenladegerät und 4) die Grundplatte. Diese vier Komponenten können in einem einzigen Gerät integriert sein. Eine Stoppuhr oder ein anderes Zeitmessgerät wird verwendet, um die Entladungszeiten zu messen. Ein Beispiel für eine Testanordnung ist in Bild 1 dargestellt.



Legende

- 1 Elektrostatisches Feldmeter oder Voltmeter
- 2 CPM-Platte
- 3 isolierende Abstandshalter
- 4 Grundplatte

Bild 1 – Beispiel einer Testanordnung für ein tragbares Prüf-Set

Hinweis des Projektleiters: Für diese CD wurden die Darstellungen aus verschiedenen Quellen zusammengestellt. Es ist beabsichtigt, wenn die technischen Details abgeklärt wurden, diese Darstellungen in ein starker vereinheitlichtes Format zu bringen.

Dass elektrostatische Feldmeter oder das Voltmeter sollten in der Lage sein, die Spannung so zu messen, dass, wenn keine Ionisierung stattfindet, die CPM-Plattenspannung um nicht mehr als 10% der anfänglichen Prüfspannung innerhalb einer Minute abfällt. Die Reaktionszeit sollte weniger als 10% der kürzesten Entladungszeit betragen, die voraussichtlich gemessen wird.

Zur bequemen Verwendung in einem tragbaren Set ist die CPM-Platte normalerweise kleiner als die für einen CPM angegebene Platte.

Das Plattenladegerät sollte in der Lage sein, die CPM-Platte auf eine Spannung jeder Polarität aufzuladen, die über der anfänglichen Prüfspannung liegt.

5.6 Konzentrische Ringelektrode

Die Elektrodenanordnung besteht aus zwei konzentrischen Ringen aus leitfähigen Materialien, die mit dem zu testenden Material in Kontakt kommen.

Die in IEC 61340-2-3 beschriebene Elektrode erfüllt die Anforderungen für die Konformitätssprüfung.

ANMERKUNG Siehe auch ANSI/ESD STM11.11[2]¹

5.7 Gleichstrom-Ohmmeter

Die in IEC 61340-2-3 für Laboruntersuchungen und Abnahmetests spezifizierten Geräte haben Ausgangsspannungen von $(10,0 \pm 0,5)$ V oder $(100,0 \pm 5)$ V, je nach dem Bereich des zu messenden Widerstands. Geräte, die die Anforderungen für Laboruntersuchungen oder Abnahmetests gemäß IEC 61340-2-3 erfüllen, oder Geräte, die die folgenden Anforderungen erfüllen, sollten für die Konformitätsprüfung verwendet werden.

Instrumente zur Konformitätsprüfung sollten in der Lage sein, Messungen eine Größenordnung über und unter dem zu erwartenden Messbereich durchzuführen. Die Ausgangsspannung der Instrumente zur Konformitätsprüfung kann von Labor- und Abnahme-Prüfgeräten abweichen und kann unter Last oder offenem Stromkreis bewertet werden. Instrumente zur Konformitätsprüfung sollten mit Labor- und Abnahme-Prüfgeräten verglichen werden, um sicherzustellen, dass eine Korrelation zwischen den Messergebnissen besteht.

Ein Gleichstrom-Ohmmeter kann ein einzelnes, in sich geschlossenes Instrument oder eine Kombination von Instrumenten (z. B. Gleichstromquelle, Voltmeter und Amperemeter) sein.

ANMERKUNG „Wenn das Gleichstrom-Ohmmeter über eine automatische Umschaltung der Prüfspannung verfügt, sollte sichergestellt sein, dass die Umschaltung den Anforderungen der IEC 61340-2-3 entspricht.“

5.8 Elektrostatisches Feldmeter

Ein Instrument zur Messung des elektrischen Feldes, das von elektrostatischer Ladung auf einem Material ausgeht, und Informationen über die Größe und Polarität des Oberflächenpotentials oder die Oberflächen- bzw. Volumenladungsdichte liefern kann.

Es gibt verschiedene Arten von elektrostatischen Feldmetern, die allgemein verwendet werden: Influenzsonden und Feldmühlen. Die relativen Vorzüge dieser Typen werden in IEC / TR 61340-1 diskutiert.

5.9 Elektrostatisches Voltmeter

Ein Instrument zur Messung des Oberflächenpotentials, das von der statischen Ladung eines Materials ausgeht. Elektrostatische Voltmeter können berührungslos sein, basierend auf Feldmetern oder Influenzsonden oder mit Berührung. IEC/TR 61340-1 gibt eine Anleitung zur Verwendung verschiedener Arten von elektrostatischen Voltmetern.

5.10 Fußelektrode

Eine leitfähige Metallplatte, die mindestens so groß ist, dass sie den Fuß eines Menschen aufnehmen kann, ohne dass sich der Fuß über irgendeinen Rand der Platte hinaus erstreckt. (In der Regel 305 mm × 305 mm).

5.11 Handelektrode

Rund- oder Rohrmaterial aus Edelstahl, Messing oder Kupfer, mit einem Durchmesser von etwa 2,5 cm und einer Länge von 7,5 cm oder mehr, mit einem Kontakt an einem Ende. Alle Abmessungen sind nominal.

Ein integriertes Prüfgerät für Handgelenkbänder sollte für Widerstände über $3,5 \times 10^7 \Omega$ oder über einem benutzerdefinierten Grenzwert einen Fehler anzeigen.

Ein integriertes Prüfgerät für Schuhwerk sollte für Widerstände über $1,0 \times 10^8 \Omega$ oder über einem benutzerdefinierten Grenzwert einen Fehler anzeigen.

¹ Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Bibliographie.

5.12 Isolierende Auflagefläche

Eine plane (ebene) Oberfläche sollte, wenn sie als Probenträger verwendet wird, einen Oberflächenwiderstand von mehr als $1,0 \times 10^{13} \Omega$ haben, gemessen nach IEC 62631-3-2, oder einen Oberflächenwiderstand bzw. Punkt-zu-Punkt-Widerstand größer als $1,0 \times 10^{12} \Omega$, gemessen nach IEC 61340-2-3. Die isolierende Auflagefläche sollte groß genug sein, um die größte Probe, die darauf getestet werden soll, vollständig zu isolieren.

5.13 Integriertes Prüfgerät

Ein funktionsspezifisches Instrument, das zum Messen des Widerstandes von getragenen Handgelenkbändern oder Schuhen verwendet wird.

Ein integriertes Prüfgerät für Handgelenkbänder sollte für Widerstände über $3,5 \times 10^7 \Omega$ oder über einem benutzerdefinierten Grenzwert einen Fehler anzeigen.

Ein integriertes Prüfgerät für Schuhwerk sollte für Widerstände über $1,0 \times 10^8 \Omega$ oder über einem benutzerdefinierten Grenzwert einen Fehler anzeigen.

5.14 Widerstandsmesselektrode(n)

Zylindrische Elektrode, $(2,5 \pm 0,25)$ kg mit einem Durchmesser von $(63,5 \pm 1)$ mm mit einer Kontaktfläche aus elektrisch leitfähigem Material mit einer Shore-A-Härte zwischen 50 und 70. Der Widerstand zwischen zwei Widerstandsmesselektroden sollte weniger als $1,0 \times 10^3 \Omega$ betragen, wenn er bei $(10,0 \pm 0,5)$ V auf einer metallischen Oberfläche gemessen wird.

Die in IEC 61340-2-3 beschriebene Elektrode erfüllt diese Spezifikationen.

ANMERKUNG Im Laufe der Zeit können sich leitende Gummimaterialien, die als Kontaktfläche der Sonden verwendet werden, verziehen. Das könnte dazu führen, dass sich die Messwerte ändern. Zu diesem Zeitpunkt gibt es keine standardisierte Methode, um zu überprüfen, ob dieser Fall aufgetreten ist, aber der Benutzer sollte sich dieses Phänomens bewusst sein.

5.15 Zwei-Punkt-Elektrode

Eine Zwei-Punkt-Elektrode besteht aus einem isolierten Metallkörper mit einem Polytetrafluorethylen (PTFE)-Isolator, der in jedes Ende eingesetzt ist. Ein Isolator hält Prüfleitungen, der andere hat Steckplätze, die federnde Stifte aufnehmen. Die Stifte sind vergoldet und haben eine Federkraft von $(4,6 \pm 0,5)$ N. Die Stiftköpfe sind elektrisch leitfähige Gummielektroden mit einem Durchmesser von $(3,2 \pm 0,1)$ mm und einer Shore A-Härte von 50 bis 70. Der Widerstand zwischen den beiden Widerstandsmesselektroden sollte weniger als $1,0 \times 10^3 \Omega$ betragen, wenn er bei $(10,0 \pm 0,5)$ V auf einer metallischen Oberfläche gemessen wird.

Die in IEC 61340-2-3 beschriebene Zwei-Punkt-Elektrode erfüllt diese Spezifikationen.

6 Potentialausgleichssysteme

6.1 Verantwortung für die Überprüfung von Systemen

In vielen Ländern verlangen nationale Vorschriften oder Bestimmungen zur elektrischen Sicherheit, dass die Prüfung von Potentialausgleichssystemen, die zu Netzversorgungssystemen gehören, von qualifiziertem Personal ausgeführt wird.

Wenn das am Standort nicht der Fall ist, sollte mindestens die korrekte Verkabelung wie unten beschrieben überprüft werden.

6.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob die verschiedenen Potentialausgleichssysteme eines ESD-geschützten Bereichs (z. B. ESD-Arbeitsplatz, siehe Bild 2) innerhalb des Widerstandsbereichs liegen, der durch die Benutzerspezifikation erlaubt ist. Ein ordnungsgemäß eingerichteter ESD-Arbeitsplatz verfügt über ESD-Arbeitsflächen, -Vorrichtungen, -Handhabungseinrichtungen und Personen-erdungssysteme, die an einen gemeinsamen Erdungspunkt angeschlossen sind. Der gemeinsame Erdungspunkt ist mit der ESD-Erdung verbunden, die in den meisten Fällen der Schutzleiter ist. Wenn ein Funktionspotentialausgleich verwendet wird, sollte dieser möglichst mit dem Schutzleiter verbunden werden (Informationen siehe IEC / TR 61340-5-2).

6.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).

- Gleichstrom-Ohmmeter
- Netzsteckdosenprüfstecker
- Wechselstrom-Schleifenprüfer (Impedanzmeter)
- zwei Prüfleitungen von ausreichender Länge

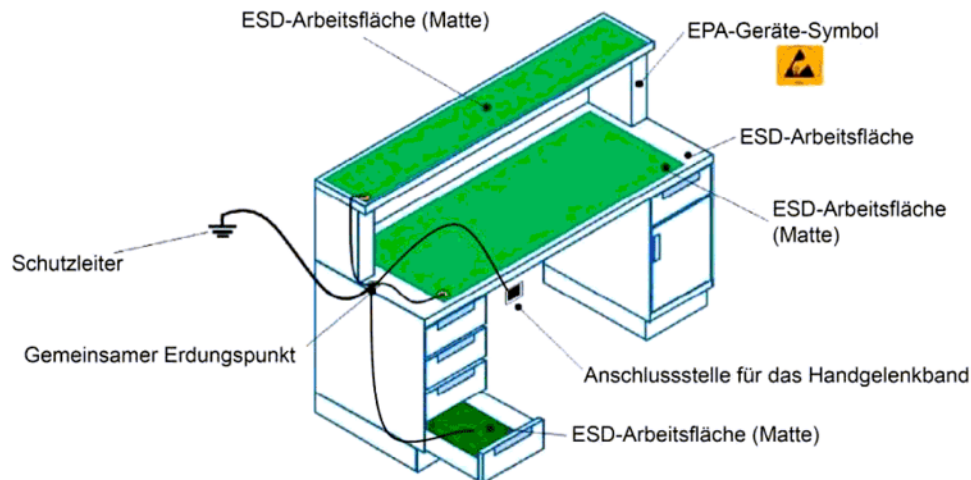


Bild 2 – ESD-geschützter Arbeitsplatz

6.4 Prüfverfahren

6.4.1 Elektrische Steckdosen

Die Erdung sollte mit den nationalen Richtlinien für elektrische Sicherheit (NEC) und anderen anwendbaren Vorschriften übereinstimmen. Die Überprüfung der elektrischen Steckdose soll die ordnungsgemäße Verdrahtung des Schutzleiters prüfen, der als ESD-Erdung verwendet wird.

Ein Netzsteckdosenprüfstecker kann verwendet werden, um die korrekte Verdrahtung des Schutzleiters anzuzeigen. Befolgen Sie die Anweisungen des Herstellers zur Verwendung eines Netzsteckdosenprüfsteckers. Ein Netzsteckdosenprüfstecker kann verwendet werden, um die Integrität der elektrischen Anschlüsse wie benötigt zu verifizieren.

- Schließen Sie den Wechselstrom-Schleifenprüfer (Impedanzmeter) an den Wechselstromausgang oder die Steckdose an, die den Schutzleiter enthält, der für den ESD-Erdungs-/Anschlussreferenzpunkt verwendet wird.
- Überprüfen Sie die folgenden Bedingungen:
 - Nullleiter und Schutzleiter sind vorhanden und in der Steckdose (Ausgang) nicht miteinander verbunden.

- Phase und Nullleiter sind nicht vertauscht.
- Phase und Schutzleiter sind nicht vertauscht.
- Die Impedanz des Schutzleiters liegt innerhalb des Widerstandsbereichs, der in den Benutzerspezifikationen zugelassen wird.

ANMERKUNG Beachten Sie, dass das Testen der Impedanz ein Problem darstellen kann, wenn die Wechselstromleitung einen Fehlerstromschalter enthält.

6.4.2 Anschlussstellen für das Handgelenkband

- Verwenden Sie das Gleichstrom-Ohmmeter gemäß den Anweisungen des Herstellers.
- Schließen Sie zwei Prüflleitungen an das Gleichstrom-Ohmmeter an.
- Verbinden Sie eine Prüflleitung mit dem Anschlusspunkt für das Handgelenkband (Personenerde) und die andere Prüflleitung mit dem gemeinsamen Erdungspunkt.
- Notieren Sie den Widerstand.

6.5 Fehlerbehebung

6.5.1 Fehler in der Steckdose

Alle Steckdosen oder direkt angeschlossene Geräte (feste Kabel), die die Verkabelungsüberprüfung nicht bestehen, sollten vor weiterer Verwendung oder Prüfung von qualifiziertem Personal repariert werden.

6.5.2 Fehler an den Anschlussstellen für das Handgelenkband

- Überprüfen Sie visuell und mechanisch, dass alle angeschlossenen Geräte und Erdungskabel nicht versehentlich gelöst, gebrochen oder getrennt sind.
- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen Sie, dass die Batterie (falls batteriebetrieben) den Betriebsanleitungen des Herstellers entsprechend ordnungsgemäß funktioniert.
- Testen Sie den Widerstand vom Anschlusspunkt des Handgelenkbands zum gemeinsamen Erdungspunkt.
- Testen Sie den Widerstand des gemeinsamen Erdungspunktes gegen den ESD-Erdungspunkt.

Wenn der gemessene Widerstand außerhalb des spezifizierten Bereichs liegt, sollten die Verbindungen zwischen dem Anschlusspunkt des Handgelenkbands und dem gemeinsamen Erdungspunkt und/oder dem gemeinsamen Erdungspunkt und der ESD-Erde ersetzt und der Widerstand neu gemessen werden.

Wenn der gemessene Widerstand immer noch außerhalb des festgelegten Bereichs liegt, sollte der Arbeitsplatz gesperrt und eindeutig als solcher markiert werden.

7 Arbeitsoberflächen

7.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf folgenden Veröffentlichungen:

- IEC 61340-2-3
- ANSI/ESD S6.1[1]

7.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob die ESD-Arbeitsoberfläche (eine Tischmatte oder ein unbedeckter Tisch) elektrisch mit dem gemeinsamen Erdungspunkt verbunden ist und innerhalb des minimalen und maximalen Widerstands liegt, der durch die Benutzerspezifikation erlaubt ist.

Dieses Prüfverfahren kann auch für die Messung von Regalen, Schubkästen und anderen geerdeten ESD-geschützten Oberflächen verwendet werden.

7.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).

- eine Widerstandsmesselektrode
- zwei ausreichend lange Prüfleitungen
- Gleichstrom-Ohmmeter

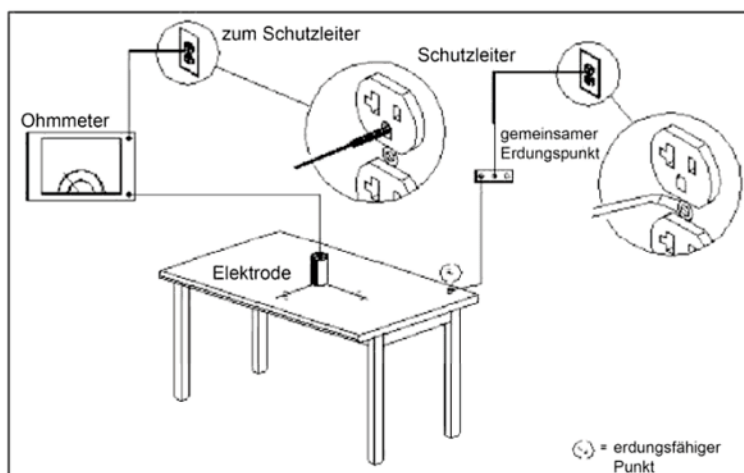


Bild 3 – ESD-Arbeitsoberflächentest

ANMERKUNG Der Anschluss an den Schutzleiter erfolgt mithilfe eines Steckers oder Adapters, der den nationalen Elektrovorschriften und -regelungen entspricht.

7.4 Prüfverfahren

- Reinigen Sie die Testoberfläche vor der Überprüfung nicht.
- Entfernen Sie alle ESD-empfindlichen Gegenstände von der zu prüfenden Oberfläche. Alle anderen Gegenstände sollten auf der Oberfläche verbleiben. Alle Masseverbindungen (einschließlich Schutzleiteranschlüsse der Geräte) sollten angeschlossen bleiben, während die zu prüfende Oberfläche überprüft wird.
- Schließen Sie ein Ende einer Prüfleitung an die Widerstandsmesselektrode und das andere Ende an das Prüfgerät an. Siehe Bild 3.
- Schließen Sie ein Ende der zweiten Prüfleitung ebenfalls an das Prüfgerät an, während das andere Ende der zweiten Prüfleitung zum gemeinsamen Erdungspunkt führt.
- Legen Sie die Widerstandsmesselektrode auf die zu testende Oberfläche.
- Wenn ein Gleichstrom-Ohmmeter mit einer festen Prüfspannung oder einer automatischen Spannungsumschaltung verwendet wird, führen Sie eine Messung durch und zeichnen Sie den Widerstand auf.
- Wenn ein Gleichstrom-Ohmmeter mit manuell geschalteten Prüfspannungen von 10 V und 100 V verwendet wird, legt man 10 V an und wartet 5 s, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Wenn der angegebene Widerstand weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ beträgt, den Widerstand notieren. Wenn der angegebene Widerstand größer oder gleich $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen Sie den Test. Notieren Sie den Widerstand nach der Stabilisierung der Anzeige oder nach 15 s.

- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.
- Wenn der erwartete Widerstand größer oder gleich $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, kann die Messung mit 10 V entfallen.

Tests sollten jene Oberflächenbereiche einschließen, die dem Verschleiß unterliegen oder sichtbar schmutzig sind.

Wenn Messergebnisse außerhalb des vorgegebenen Bereichs liegen, notieren Sie das als Fehler und fahren mit der Fehlersuche fort.

7.5 Fehlersuche

7.5.1 Visuelle/mechanische Überprüfung

- Überprüfen Sie visuell und mechanisch, dass alle angeschlossenen Geräte und Erdungskabel nicht lose, gebrochen oder getrennt sind.
- Untersuchen Sie die Oberfläche, um sicherzustellen, dass sie nicht verschmutzt oder abgenutzt ist, was zu einem erhöhten Oberflächenwiderstand führen könnte. Bei Verschmutzung reinigen Sie die Oberfläche mit einem zugelassenen Reinigungsmittel. Stellen Sie sicher, dass die Oberfläche vor dem erneuten Testen vollständig trocken ist. Eine regelmäßige Reinigung wird empfohlen, um die ordnungsgemäße elektrische Funktion aller ESD-Arbeitsoberflächen aufrechtzuerhalten.
- Beim Prüfen von ESD-Matten:
 - Überprüfen Sie die Verbindung des Mattenanschlusses mit der Matte.
 - Überprüfen Sie die Verbindung des Erdungskabels mit dem Mattenanschluss.
 - Überprüfen Sie die Verbindung des gemeinsamen Erdungspunkts zum Erdungskabel.
 - Überprüfen Sie die Verbindung des Schutzleiters zum gemeinsamen Erdungspunkt.

7.5.2 Elektrischer Test

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Untersuchen Sie die Elektroden auf Schmutzablagerungen. Entfernen Sie die Oberflächenverunreinigung, indem Sie die Empfehlungen des Herstellers befolgen. Wenn Sie Flüssigkeiten zum Reinigen der Elektroden verwenden, lassen Sie die Elektroden vor dem erneuten Testen trocknen.
- Testen Sie mit einem Prüfinstrument den Widerstand der Oberfläche gegen den Erdungspunkt. Im Laufe der Zeit könnte sich die mechanische Verbindung zwischen dem erdungsfähigen Punkt und der Matte lockern. Stellen Sie sicher, dass zwischen dem erdungsfähigen Punkt und der Mattenoberfläche eine gute Verbindung besteht. Testen Sie mit einem Gleichstrom-Ohmmeter den Widerstand des erdungsfähigen Punktes zum gemeinsamen Erdungspunkt.
- Testen Sie mit einem Gleichstrom-Ohmmeter den Widerstand des gemeinsamen Erdungspunktes zum Schutzleiter.
- Stellen Sie sicher, dass das Oberflächenmaterial nicht beschädigt ist. Um diesen Zustand zu bestimmen, kann der Widerstand zwischen zwei Orten auf der Oberfläche (Punkt-zu-Punkt) unter Verwendung eines Prüfinstrumentes und zweier Widerstandsmesselektroden mit Prüflösungen durchgeführt werden. Siehe [Bild 4](#).

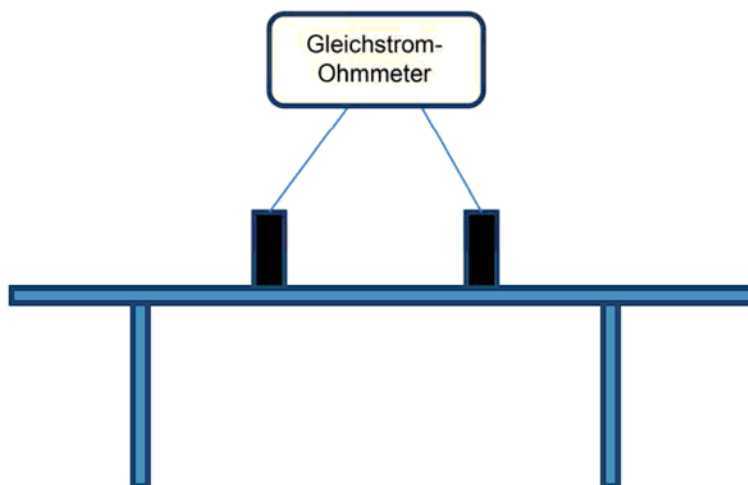


Bild 4 – Punkt-zu-Punkt-Messaufbau

ESD-Kontrollelemente, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

8 Handgelenkbandsystem

8.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert teilweise auf [IEC 61340-4-6](#).

8.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob der Reihenwiderstand aller Elemente des Handgelenkbandsystems innerhalb des minimalen und maximalen Widerstands liegt, der durch die Benutzer-spezifikation erlaubt ist.

8.3 Prüfgeräte

- Eine allgemeine Beschreibung der Prüfgeräte finden Sie in [Abschnitt 5](#).
- Integriertes Prüfgerät für Handgelenkbänder oder
- Gleichstrom-Ohmmeter,
- Handelektrode,
- eine Prüfleitung von ausreichender Länge.

8.4 Prüfverfahren

8.4.1 Testen mit integriertem Prüfgerät

Legen Sie das Band um das Handgelenk des Benutzers, befestigen Sie das Erdungskabel am Band und befestigen Sie das andere Ende des Erdungskabels am integrierten Prüfgerät. Berühren Sie den Kontaktbereich des integrierten Prüfgerätes mit den Fingern der Hand, die dem Band am nächsten ist und aktivieren Sie das integrierte Prüfgerät gemäß den Anweisungen des Herstellers. Notieren Sie den Widerstand oder die Anzeige "bestanden" oder "nicht bestanden" (siehe [Bild 5](#)).

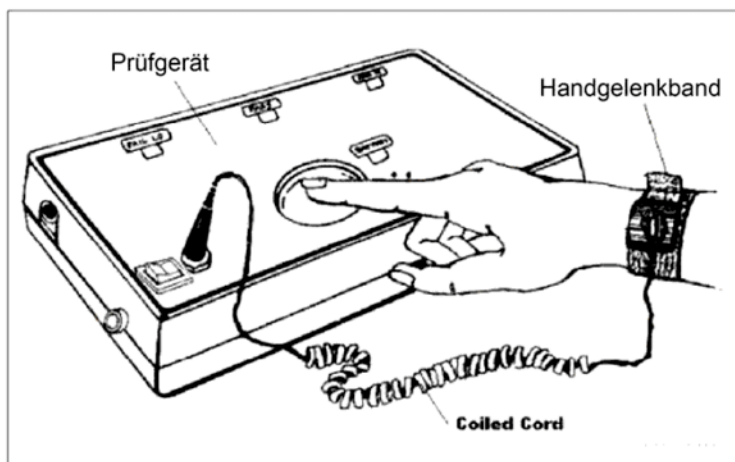


Bild 5 – Handgelenkband-Test mit integriertem Prüfgerät

8.4.2 Prüfung mit Gleichstrom-Ohmmeter

- Legen Sie das Handgelenkband mit dem persönlichen Erdungskabel um das Handgelenk des Benutzers. Passen Sie das Handgelenkband gegebenenfalls an, um einen festen Sitz zu gewährleisten.
- Schließen Sie das Erdungskabel an den gemeinsamen Anschluss (-) des Messgeräts an.
- Verbinden Sie ein Ende der Prüfleitung mit der Handelektrode und verbinden Sie das andere Ende der Prüfleitung mit dem Pluspol (+) des Messgeräts.
- Halten Sie die Handelektrode mit der Hand, auf der das Handgelenkband getragen wird. Siehe Bild 6.
- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Warten Sie, bis sich die Anzeige stabilisiert hat.
- Messen und notieren Sie den Widerstand des Handgelenkband- und Erdungskabelsystems.
- Bei Verwendung eines Textil-Handgelenkbandes wird empfohlen, das Gewebe regelmäßig zu testen. Das kann durchgeführt werden, indem die Schnalle von der Haut getrennt wird, während sich das Handgelenkband am Handgelenk befindet oder indem das Handgelenkband vom Handgelenk entfernt wird und das Gewebe zwischen Daumen und Zeigefinger eingeklemmt wird.

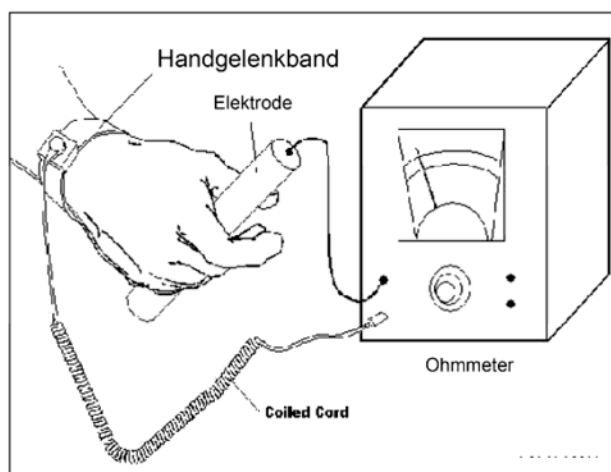


Bild 6 – Handgelenkband-Test mit Messgerät

8.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Untersuchen Sie das Handgelenkband, um sicherzustellen, dass es die richtige Größe besitzt und eng an der Haut anliegt.
- Untersuchen Sie das Handgelenkband, um sicherzustellen, dass es nicht verschmutzt ist.
- Ersetzen Sie das Handgelenkband durch ein neues und wiederholen Sie den Testvorgang.
- Ersetzen Sie das Erdungskabel durch ein neues und wiederholen Sie den Testvorgang.
- Wenn die obigen Schritte nicht wirksam sind, kann die Haut der Person einen hohen elektrischen Widerstand aufweisen. Wetteränderungen können den Hautkontaktwiderstand der Person beeinflussen. Einige Handgelenkbänder neigen dazu, Feuchtigkeit unter dem Handgelenkband einzusammeln und können für Menschen mit trockener Haut effektiver sein. Die Verwendung einer Hautlotion oder eines Gels, die mit den Prozessanforderungen kompatibel sind, kann den Hautkontaktwiderstand der Person verringern. Wenn Hautlotionen und -gele verwendet werden, können häufigere Tests während der Arbeitsschicht erforderlich sein, um ihre anhaltende Wirksamkeit sicherzustellen.

ESD-Kontrollelemente, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

9 Personen-Schuhwerk-System

9.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf der folgenden Veröffentlichung:

- [IEC 61340-5-1](#)

9.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob der Widerstand des Schuhwerkssystems (nur Person und Schuhwerk) innerhalb des minimalen und maximalen Widerstands liegt, der durch die Benutzerspezifikation erlaubt ist. Schuhwerk kann aus Schuhen, Fußbändern oder Überschuhen bestehen.

9.3 Prüfgeräte

- Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).
- Integriertes Prüfgerät für Schuhwerk oder
- Gleichstrom-Ohmmeter,
- Fußelektrode,
- Handelektrode,
- zwei ausreichend lange Prüfleitungen.

9.4 Prüfverfahren

9.4.1 Testen mit integriertem Prüfgerät

- Legen Sie das ESD-Schuhwerk an die Füße an, das in den Verfahrensanweisungen vorgesehen ist.
- Setzen Sie einen Fuß auf die Fußelektrode des integrierten Prüfgerätes, wobei darauf zu achten ist, dass der andere Fuß nicht mit der Fußelektrode oder angrenzenden ESD-Böden in Berührung kommt.
- Einige integrierte Prüfgeräte verwenden eine Doppelfußelektrode, um den Widerstand jedes Fußes getrennt testen zu können.

- Berühren Sie den Kontaktbereich des integrierten Prüfgerätes und aktivieren Sie das integrierte Prüfgerät gemäß den Anweisungen des Herstellers. Notieren Sie den Widerstand oder die Anzeige "bestanden" oder "nicht bestanden". Wiederholen Sie den Test für den anderen Fuß.
- Einige integrierte Prüfgeräte mit Doppelfußelektroden können diese Messung automatisch durchführen.

9.4.2 Prüfung mit Gleichstrom-Ohmmeter

- Legen Sie das ESD-Schuhwerk an die Füße an, das in den Verfahrensanweisungen vorgesehen ist.
- Verbinden Sie ein Ende der ersten Prüfleitung mit der Handelektrode und das andere Ende der ersten Prüfleitung mit dem Pluspol (+) des Messgeräts.
- Verbinden Sie ein Ende der zweiten Prüfleitung mit dem Minuspol (-) des Messgeräts und das andere Ende der zweiten Prüfleitung mit der Fußelektrode.
- Halten Sie die Handelektrode mit einer Hand fest.
- Stellen Sie einen Fuß auf die Fußelektrode, wobei darauf zu achten ist, dass der andere Fuß nicht in Kontakt mit der Fußelektrode oder dem angrenzenden ESD-Boden kommt. Siehe Bild 7.
- Legen Sie 10 V an und warten Sie 15 Sekunden, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Wenn der angegebene Widerstand weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ beträgt, notieren Sie den Widerstand. Wenn der angegebene Widerstand größer oder gleich $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen den Test. Wiederholen Sie die Messung für den anderen Fuß.
- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.

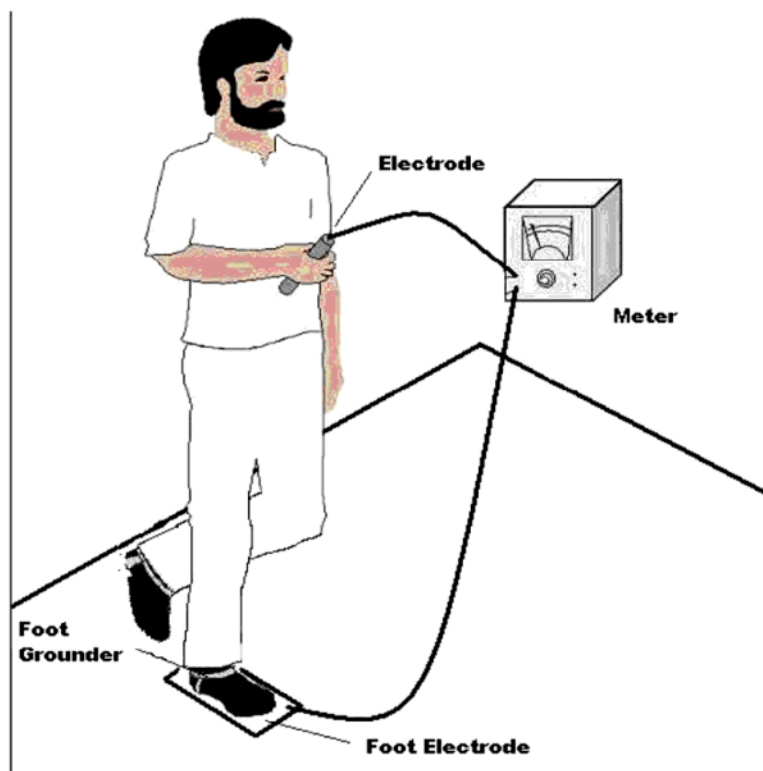


Bild 7 – Prüfung des ESD-Schuhwerks mit Gleichstrom-Ohmmeter

9.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Stellen Sie sicher, dass das ESD-Schuhwerk korrekt getragen wird.
- Untersuchen Sie das ESD-Schuhwerk, um sicherzustellen, dass die Sohle nicht verschmutzt oder beschädigt ist, wodurch der Widerstand des ESD- Schuhwerksystems sich erhöhen könnte. Wenn nötig, reinigen Sie das ESD-Schuhwerk mit einem zugelassenen Reinigungsmittel und lassen Sie es trocknen, bevor Sie es erneut testen.
- Wetteränderungen können den Hautkontaktwiderstand der Person beeinflussen. Menschen mit trockener Haut brauchen oft Zeit, um ausreichend Feuchtigkeit in den Schuhen aufzubauen, um einen guten Kontakt herzustellen. Die Verwendung einer Hautlotion oder eines Gels, die mit den Prozessanforderungen kompatibel ist, kann den Hautkontaktwiderstand der Person verringern.
- Wenn nötig, ersetzen Sie das ESD-Schuhwerk und wiederholen den Vorgang.

ESD-Ausrüstung und -Materialien, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

10 Fußböden

10.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf [IEC 61340-4-1](#).

10.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob der Widerstand des ESD-Bodens innerhalb des minimalen und maximalen Widerstands liegt, der durch die Benutzerspezifikation erlaubt ist.

Ein ESD-Boden kann aus einem fest installierten Boden, einem Fußboden mit ESD-Bodenbelag, -Beschichtungen, -Fliesen, -Farben oder -Bodenmatten bestehen.

10.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).

- Prüfgeräte; batteriebetriebene werden empfohlen,
- integriertes Prüfgerät für Schuhwerk oder
- Gleichstrom-Ohmmeter,
- eine Elektrode,
- zwei Prüflleitungen von ausreichender Länge.

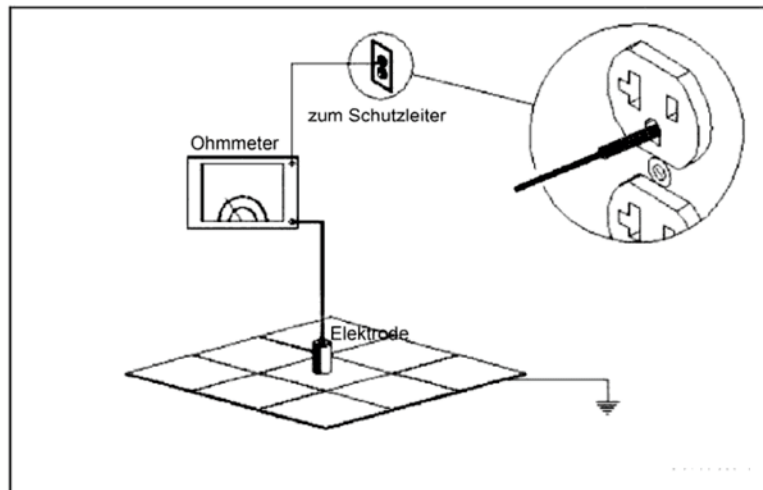


Bild 8 –Test für ESD-Böden

ANMERKUNG Der Anschluss an den Schutzleiter erfolgt mithilfe eines Steckers oder Adapters, der den nationalen elektrischen Sicherheitsvorschriften und -regelungen entspricht.

10.4 Prüfverfahren

- Reinigen Sie den ESD-Boden vor der Überprüfung nicht. Verbinden Sie ein Ende einer Prüflleitung mit der Elektrode und das andere Ende der Prüflleitung mit dem Prüfgerät.
- Schließen Sie ein Ende der zweiten Prüflleitung ebenfalls an das Prüfgerät an, während das andere Ende der zweiten Prüflleitung zur Referenzerde führt.
- Stellen Sie die Elektrode auf die Bodenfläche. Siehe Bild 8.
- Beginnen Sie mit einer Spannungseinstellung von 10 V und messen Sie den Widerstand $15\text{ s} \pm 2\text{ s}$ nach Anlegen der Prüfspannung. Wenn der Wert $10^6\ \Omega$ überschreitet, wählen Sie 100 V und wiederholen Sie die Messung.
- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6\ \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird die mit der 100-V-Prüfspannung durchgeführte Messung verwendet.
- Die Tests sollten jene Bodenbereiche umfassen, die dem Verschleiß unterliegen oder sichtbar verschmutzt sind.
- Die Anzahl der Messungen sollte so gewählt werden, dass sie für den betreffenden Boden repräsentativ ist, also mindestens eine Messung pro 100 m^2 , aber insgesamt in jedem Fall mindestens sechs Messungen.

10.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Untersuchen Sie den Boden auf übermäßigen Schmutz bzw. Oberflächenverunreinigungen. Entfernen Sie die Oberflächenverunreinigung auf der Teststelle, indem Sie die Empfehlungen des Herstellers befolgen. Wenn Sie Flüssigkeiten zum Reinigen des Bodens verwenden, lassen Sie den Boden vor dem Test trocknen.
- Untersuchen Sie die Elektrode auf Verschmutzungen. Entfernen Sie die Oberflächenverunreinigung, indem Sie die Empfehlungen des Herstellers befolgen. Wenn Sie Flüssigkeiten zum Reinigen der Elektrode verwenden, lassen Sie die Elektrode vor dem erneuten Testen trocknen.

- Führen Sie mithilfe eines Prüfgerätes und zwei Widerstandsmesselektroden mit Prüflleitungen einen Punkt-zu-Punkt-Widerstandstest durch, um sicherzustellen, dass das Bodenmaterial den korrekten Widerstand aufweist.
- Beim Prüfen von ESD-Fußmatten:
 - Überprüfen Sie die Verbindung des Mattenanschlusses zur Matte.
 - Überprüfen Sie die Verbindung des Erdungskabels mit dem Mattenanschluss.
 - Überprüfen Sie die Verbindung des gemeinsamen Erdungspunkts mit dem Erdungskabel.
 - Überprüfen Sie die Verbindung des Schutzleiters zum gemeinsamen Erdungspunkt.
- Beide Prüflleitungen sollten vom Boden isoliert werden können. Mit Wechselstrom betriebene Widerstandsmessgeräte können aufgrund nicht definierter Erdungspfade fehlerhafte Ergebnisse liefern.

ESD-Ausrüstung und -Materialien, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

11 Personen-Schuhwerk-Bodensystem

11.1 Messung des elektrischen Widerstandes

11.1.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf den folgenden Veröffentlichungen:

- IEC 61340-4-5
- IEC 61340-5-1

11.1.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob der Widerstand des Schuhsystems (Person, Schuhe und Boden) innerhalb des minimalen und maximalen Widerstands liegt, der durch die Benutzerspezifikation erlaubt ist. Das Schuhwerk kann aus Schuhen, Fußerdungsbändern oder Überschuhen bestehen. Der ESD-Boden kann aus einem fest installierten Boden, einem Boden mit ESD-Bodenbelägen, -Beschichtungen, -Fliesen, -Farben oder -Bodenmatten bestehen.

11.1.3 Prüfgeräte

- Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).
- Handelektrode,
- Gleichstrom-Ohmmeter,
- zwei ausreichend lange Prüflleitungen.

11.1.4 Prüfverfahren

- Reinigen Sie den ESD-Boden nicht vor der Überprüfung.
- Legen Sie das ESD-Schuhwerk an die Füße an, das in den Verfahrensanweisungen vorgesehen ist.
- Verbinden Sie die Minusleitung des Gleichstrom-Ohmmeter mit dem Schutzleiter.
- Verbinden Sie das andere Kabel mit der Handelektrode.
- Stellen Sie sich mit beiden Füßen auf den zu prüfenden Bodenbelag und fassen Sie die Handelektrode fest mit einer Hand. Siehe [Bild 9](#).
- Legen Sie 10 V an und warten Sie 15 Sekunden, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Wenn der angegebene Widerstand weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ beträgt, notieren Sie den Widerstand. Wenn der

angegebene Widerstand größer oder gleich $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen Sie den Test. Notieren Sie den Widerstand.

- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.
- Wiederholen Sie die Messungen, wenn nur der linke Fuß in Kontakt mit dem Bodenbelag ist, während der rechte Fuß etwa 150 mm über dem Bodenbelag in der Luft gehalten wird.
- Wiederholen Sie die Messungen, wenn nur der rechte Fuß in Kontakt mit dem Bodenbelag ist, während der linke Fuß etwa 150 mm über dem Bodenbelag in der Luft gehalten wird.
- Für große Bodenflächen müssen mindestens 5 Messungen pro 500 m² vorgenommen werden.

11.1.5 Fehlersuche

- Siehe [10.5](#).

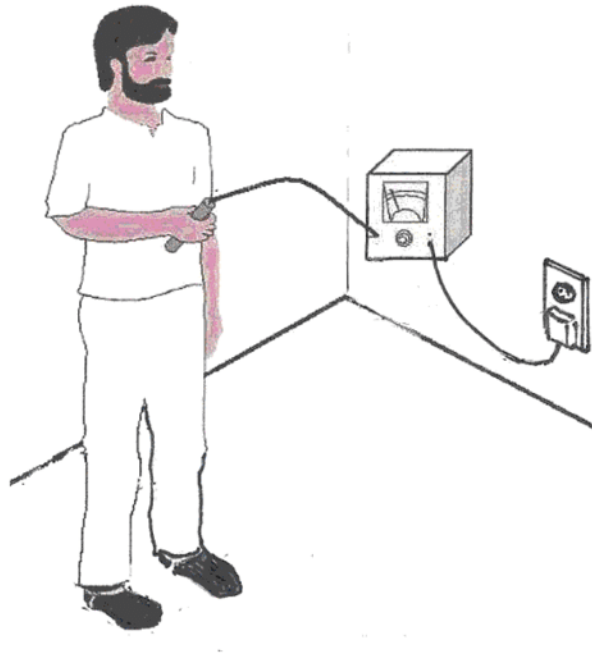


Bild 9 – Prüfen des Personen-Schuhwerk-Boden-Systems

11.2 Messungen der Aufladbarkeit

11.2.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf den folgenden Veröffentlichungen:

IEC 61340-4-5

IEC 61340-5-1

11.2.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob die Aufladbarkeit einer gehenden Person mit ESD-Schuhwerk auf einem ESD-Boden innerhalb der festgelegten Grenzen bleibt. Das Schuhwerk kann aus Schuhen, Fußerdungsbändern oder Überschuhen bestehen. Der ESD-Boden kann aus einem fest installierten Boden, einem Boden mit ESD-Bodenbelägen, -Beschichtungen, -Fliesen, -Farben oder -Bodenmatten bestehen.

11.2.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).

- Handelektrode
- elektrostatisches Voltmeter mit autographischem Aufzeichnungsgerät oder integrierten Instrument,
- eine Prüflleitung von ausreichender Länge.

11.2.4 Prüfverfahren

- Reinigen Sie den ESD-Boden vor der Überprüfung nicht.
- Legen Sie das ESD-Schuhwerk an die Füße an, das in den Verfahrensanweisungen vorgesehen ist.
- Schließen Sie eine Leitung des elektrostatischen Voltmeters oder integrierten Prüfgeräts an die Handelektrode an.
- Schließen Sie, wenn das verwendete Gerät das erfordert, die andere Leitung des Prüfgeräts an den Schutzleiter an.
- Stellen Sie sich mit beiden Füßen auf den zu prüfenden Boden und fassen Sie die Handelektrode fest mit einer Hand.
- Benutzer dieses Prüfverfahrens sollten ein Laufmuster wählen, das typischerweise von der Mehrheit der Arbeiter in dem untersuchten Gebiet benutzt wird.
- Gehen Sie das in den Verfahrensanweisungen gewählte Laufmuster mit einer Geschwindigkeit von zwei Schritten pro Sekunde durch, während der Körper während des Tests in die gleiche Richtung zeigt.
- Überwachen Sie kontinuierlich die Messwerte der Körperspannung, um die Einhaltung der festgelegten Grenzwerte zu überprüfen.
- Bei großen Bodenflächen müssen mindestens 5 Messungen pro 500 m² vorgenommen werden.

11.2.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Untersuchen Sie den Boden und das Schuhwerk auf übermäßigen Schmutz bzw. Oberflächenverunreinigungen. Entfernen Sie die Oberflächenverunreinigung auf der Prüffläche und dem Schuhwerk, indem Sie die Empfehlungen des Herstellers befolgen. Wenn Sie Flüssigkeiten zum Reinigen des Bodens und des Schuhwerks verwenden, lassen Sie den Boden und das Schuhwerk vor dem Test trocknen.

ESD-Ausrüstung und -Materialien, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

12 Sitzgelegenheiten

12.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf IEC61340-2-3.

12.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob der Widerstand des zu prüfenden Stuhl-Erdungssystems innerhalb des Widerstandsbereichs liegt, der durch die Benutzerspezifikation erlaubt ist.

12.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).

- eine Widerstandsmesselektrode,
- Gleichstrom-Ohmmeter,
- zwei Prüflleitungen von ausreichender Länge.

12.4 Prüfverfahren

- Stellen Sie den Stuhl auf den installierten ESD-Boden. Reinigen Sie den ESD-Boden und den Stuhl nicht unmittelbar vor der Überprüfung.
- Verbinden Sie ein Ende einer Prüflleitung mit der Widerstandsmesselektrode und verbinden Sie das andere Ende der Prüflleitung mit dem Prüfgerät.
- Verbinden Sie ein Ende der zweiten Prüflleitung mit dem Prüfgerät und verbinden Sie das andere Ende der zweiten Prüflleitung mit der Referenzerde.
- Platzieren bzw. halten Sie die Widerstandsmesselektrode auf die Mitte der Sitzfläche des Stuhls (stellen Sie die Elektrode auf alle abgenutzten Stellen). Siehe [Bild 9](#).
- Wenn Sie die Elektrode halten, stellen Sie sicher, dass es sich nicht um einen parallelen Widerstandspfad handelt, der die Widerstandsmessung verringern kann. Die Elektrode sollte vom Bediener isoliert sein. Das kann erreicht werden, indem entweder eine isolierende Hülse über der Elektrode oder dem Körper verwendet wird oder indem der Bediener einen isolierenden Handschuh oder ein ähnliches Material verwendet.
- Legen Sie 10 V an und warten Sie 5 Sekunden, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Wenn der angegebene Widerstand weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ beträgt, notieren Sie den Widerstand. Wenn der angegebene Widerstand größer oder gleich $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen Sie den Test. Notieren Sie den Widerstand, nachdem sich das Messgerät stabilisiert hat oder nach 15 s.
- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.
- Optional können die folgenden Bereiche des Stuhls überprüft werden, wobei kontaktkompatible Elektroden verwendet werden, die der Sitzkonstruktion entsprechen:
 - Mitte der Rückenlehne,
 - Fußstütze (falls vorhanden),
 - Armlehnen (falls vorhanden).
- Die Tests sollten jene Bereiche auf dem ESD-Stuhl umfassen, die dem Verschleiß unterliegen oder sichtbar schmutzig sind.

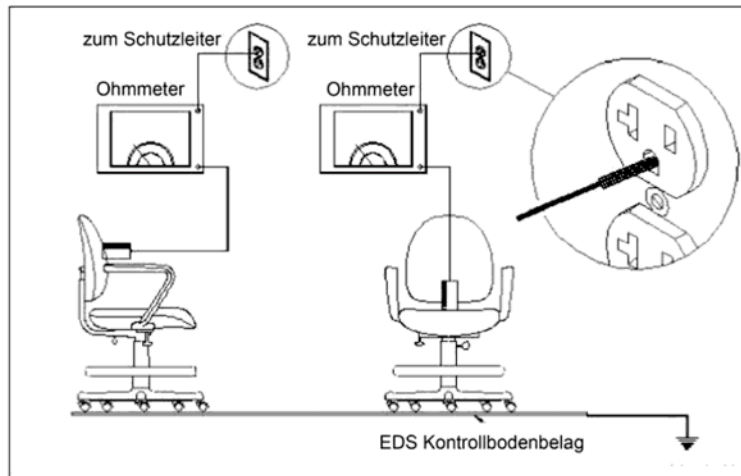


Bild 9 – Prüfung eines ESD-Stuhls

12.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Untersuchen Sie die Elektrode auf Verschmutzungen. Entfernen Sie die Oberflächenverunreinigung, indem Sie die Empfehlungen des Herstellers befolgen. Wenn Sie Flüssigkeiten zum Reinigen der Elektrode verwenden, lassen Sie die Elektrode vor dem Test trocknen.
- Überprüfen Sie den Widerstand des ESD-Bodens gegen die Referenzerde. Wenn der Widerstand der Bodenoberfläche hoch ist, reinigen Sie den Boden mit einem zugelassenen Reinigungsmittel. Lassen Sie den Boden vor dem erneuten Testen trocknen. Wenn der Boden nach der Reinigung die Vorgaben erfüllt, testen Sie den Stuhl erneut. Wenn die Werte des Bodens nicht den Vorgaben entsprechen, suchen Sie Fehler im Bodenbereich.
- Reinigen Sie den erdungsfähigen Punkt (d. h. Räder, Rollen, Erdungsketten) mit einem zugelassenen Reinigungsmittel und lassen Sie ihn trocknen, bevor Sie ihn erneut testen. Stellen Sie sicher, dass der Punkt-zu-Punkt-Widerstand mit zwei Widerstandsmesselektroden oder der Widerstand gegen das Gestell der Stuhlteile angemessen ist.
- Reinigen bzw. saugen Sie den Stoffsitz oder reinigen Sie den Vinyl-, Leder- oder ähnlichen nicht-textilen Sitz mit einem zugelassenen Reinigungsmittel (lassen Sie nichttextile Materialien trocknen) und wiederholen Sie den Test.

ESD-Ausrüstung und -Materialien, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

13 Luftionisatoren

13.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf [IEC 61340-4-7](#).

13.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob die Entladungszeiten und die Offset-Spannung (Ionengleichgewicht) von Luftionisierern der Benutzerspezifikation entsprechen.

Die Testschritte in diesem periodischen Prüfverfahren sind für die folgenden Arten von Ionisatoren üblich: Raum-, Laminarströmungshaube, Arbeitsfläche und automatisierte Ausrüstung (Tisch- und Decken-Luftionisatoren) und komprimiertes Gas (Pistole oder Düse).

13.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).

- (CPM) oder ein tragbares Prüfset,
- In der Regel wird eine Stoppuhr oder ein anderer geeigneter Zeitmesser verwendet, um die Entladezeiten mit tragbaren Prüfsets zu messen.

13.4 Prüfverfahren

13.4.1 Erster Prüfaufbau

- Messungen sollten an dem Ort durchgeführt werden, an dem ESD-empfindliche Gegenstände gehandhabt werden sollen.
- Die CPM-Platte darf, wenn sie auf die gewünschte Spannung geladen ist, ohne Ionisation innerhalb von 5 min nicht mehr als 10% der Prüfspannung entladen.
- Luftionisatorheizungen und Luftfilter (falls vorhanden) sollten während der Prüfung in ihrem normalen Betriebszustand bleiben.

13.4.2 Entladezeittest

- Schalten Sie das Prüfgerät ein und lassen Sie die Anzeige sich gemäß den Empfehlungen des Herstellers stabilisieren.
- Erden Sie die CPM-Platte kurzzeitig und stellen Sie die Nullspannung ein oder überprüfen Sie sie.
- Nachdem die CPM-Platte von der Erdung getrennt wurde, darf das Prüfinstrument in Gegenwart des Ionenfeldes nicht auf Null gestellt werden.
- Laden Sie die CPM-Platte für jede Polarität auf eine geeignete Spannung, die über der anfänglichen Prüfspannung liegt (z. B. +1200 V or -1200 V).
- Stellen Sie sicher, dass die CPM-Platte dem Luftstrom der Luftionisatoren zugewandt ist.
- Die Messung der Entladezeit beginnt, wenn die Spannung der Testplatte auf die anfängliche Prüfspannung gesunken ist (typischerweise ± 1000 V) und endet, wenn die CPM-Plattenspannung auf die endgültige Prüfspannung abgefallen ist (typischerweise ± 100 V).
- Wiederholen Sie die obigen Schritte für die entgegengesetzte Polarität. Notieren Sie die Entladezeit in Sekunden für jede Polarität.

13.4.3 Offsetspannungstest (Balance)

- Schalten Sie das Prüfgerät ein und lassen Sie die Anzeige sich gemäß den Empfehlungen des Herstellers stabilisieren.
- Erden Sie die CPM-Platte kurzzeitig und stellen Sie die Nullspannung ein oder überprüfen Sie sie.
- Nachdem die CPM-Platte von der Erdung getrennt wurde, darf das Prüfinstrument in Gegenwart des Ionenfeldes nicht auf Null gestellt werden.
- Stellen Sie die CPM-Platte dem Luftstrom der Luftionisatoren zugewandt auf. Warten Sie, bis sich der Messwert stabilisiert hat.
- Notieren Sie die Offset-Spannung (Balance).

13.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Überprüfen Sie, ob das Prüfgerät richtig geerdet ist.
- Stellen Sie sicher, dass sich in dem Bereich keine großen leitfähigen Objekte befinden, die mit ihrer Oberfläche Ionen anziehen könnten.

- Stellen Sie sicher, dass die Gegenstände im Arbeitsbereich den Luftstrom nicht blockieren und dass andere Luftstromquellen den Bereich nicht beeinflussen.
- Überprüfen Sie die Ventilatoren auf ordnungsgemäße Funktion.
- Prüfen Sie Luftfilter auf Verstopfung mit Staub und Schmutz. Reinigen oder ersetzen Sie Luftfilter bei Bedarf.
- Überprüfen Sie nach dem Entfernen der Stromversorgung die Emitterpunkte (sie sollten sauber und nicht verbogen oder gebrochen sein). Reinigen oder ersetzen Sie diese gegebenenfalls, indem Sie die Anweisungen des Herstellers befolgen. Lassen Sie die Emitterpunkte vor dem erneuten Test trocknen.
- Überprüfen Sie die Schutzleiter auf Erdungsintegrität.
- Passen Sie gegebenenfalls die Offset-Spannung (Balance) des Ionisators gemäß den Anweisungen des Herstellers an.
- Überprüfen Sie gegebenenfalls die Alpha-Quellen auf die Restnutzungsdauer. Wenn nötig, ersetzen Sie sie gemäß den Anweisungen des Herstellers.
- Überprüfen Sie gegebenenfalls das Gehäuse der Alpha-Quelle, um sicherzustellen, dass sie entsprechend den Anweisungen des Herstellers ordnungsgemäß geerdet ist.

ESD-Ausrüstung und -Materialien, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

14 Mobile Ausrüstung

14.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf den folgenden Veröffentlichungen:

- [IEC/TR 61340-5-2](#)
- ANSI/ESD S6.1[1]
- ESD ADV 53.1[4]
- [IEC 61340-2-3](#)

14.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob der Widerstand des Erdungssystems der mobilen Ausrüstung (z. B. Wagen) (mobile Ausrüstung zum geerdeten Boden) innerhalb des minimalen und maximalen Widerstands, der von den Benutzerspezifikation zugelassen wird, liegt.

Mobile Ausrüstungen, die mit einem Erdungskabel geerdet sind, sollten gemäß [Abschnitt 7](#) dieses Dokuments geprüft werden.

14.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#). Integriertes Prüfgerät oder ein einzelnes Messgerät bzw. eine Sammlung von Geräten, die mindestens $1,0 \times 10^{11} \Omega$ messen können bei einer Prüfspannung von $(10,0 \pm 0,5) \text{ V}$ oder $(100,0 \pm 5) \text{ V}$ Gleichstrom, offen oder unter Last,

- Gleichstrom-Ohmmeter,
- Widerstandsmesselektrode,
- zwei Prüfleitungen von ausreichender Länge.

14.4 Prüfverfahren

- Stellen Sie die mobile Ausrüstung auf einen geerdeten ESD-Boden.
- Reinigen Sie den ESD-Boden nicht unmittelbar vor der Überprüfung.
- Entfernen Sie alle ESD-empfindlichen Gegenstände von der mobilen Ausrüstung.
- Verbinden Sie ein Ende der ersten Prüfleitung mit der Elektrode und das andere Ende der ersten Prüfleitung mit dem integrierten Prüfgerät oder dem Messgerät.
- Schließen Sie ein Ende der zweiten Prüfleitung ebenfalls an das integrierte Prüfgerät oder das Messgerät an, während das andere Ende der zweiten Prüfleitung zur Referenzerde führt.
- Stellen Sie die Elektrode in die Mitte der oberen Arbeitsfläche der mobilen Ausrüstung. Siehe Bild 10.
- Legen Sie 10 V an und warten Sie 5 s, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Wenn der angegebene Widerstand weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ beträgt, notieren Sie den Widerstand. Wenn der angegebene Widerstand größer oder gleich $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen Sie den Test. Notieren Sie den Widerstand, nachdem sich das Messgerät stabilisiert hat bzw. nach 15 s.
- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.
- Die Tests sollten die Bereiche auf der mobilen Ausrüstung umfassen, die einem Verschleiß unterliegen oder sichtbar verschmutzt sind.

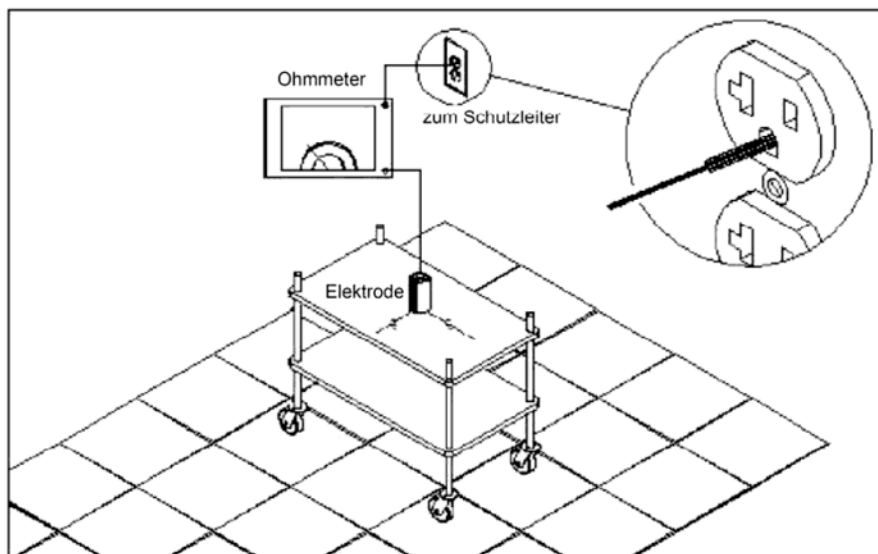


Bild 10 – Prüfung der mobilen ESD-Ausrüstung

14.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Stellen Sie sicher, dass der Bodenwiderstand zur Erde den definierten Anforderungen entspricht.
- Vergewissern Sie sich, dass die Komponenten des Wagens nicht elektrisch isoliert sind.
- Prüfen Sie per Augenschein, dass die geerdeten Punkte (z. B. Erdungskette, Kabel, Rollen, Räder usw.), die zum Erden der mobilen Ausrüstung verwendet werden, nicht verschmutzt und sicher befestigt sind (ggf. reinigen).
- Überprüfen Sie die Erdungsanschlüsse der Arbeitsflächen der mobilen Geräte.

- Untersuchen Sie die Erdungspunkte an der mobilen Ausrüstung, um sicherzustellen, dass diese nicht verschmutzt oder abgenutzt sind, wodurch die Erdung des mobilen Systems einen erhöhten Widerstand aufweist. Bei Verschmutzung reinigen Sie die Erdungspunkte des mobilen Schutzleitersystems mit einem zugelassenen Reinigungsmittel und wiederholen den Vorgang.
- Untersuchen Sie die Elektrode auf Verschmutzungen. Entfernen Sie die Oberflächenverunreinigung, indem Sie die Empfehlungen des Herstellers befolgen. Wenn Sie Flüssigkeiten zum Reinigen der Elektrode verwenden, lassen Sie die Elektrode vor dem erneuten Testen trocknen.
- Es ist bekannt, dass Erdungsketten und -kabel für die Erdung mobiler Geräte unzuverlässig sind (siehe 4.7.9 in IEC/ TR 61340-5-2). Bei Messungen an mobiler Ausrüstung kann eine Situation eintreten, bei der das ursprüngliche Ergebnis außerhalb der akzeptablen Grenzen liegt, aber ein nachfolgendes Ergebnis nach leichtem Bewegen der Ausrüstung innerhalb der akzeptablen Grenzen liegt. In diesem Fall wird empfohlen, weitere Messungen vorzunehmen, um festzustellen, ob die Messung außerhalb der Grenzen als Ausreißer behandelt werden kann.

ESD-Ausrüstung und -Materialien, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

15 Erdungsfähiges ESD-Bekleidungssystem

15.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf den folgenden Veröffentlichungen:

- [IEC 61340-4-6](#)
- [IEC 61340-4-9](#)

15.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob der gesamte Reihenwiderstand aller Elemente (einschließlich des Erdungskabels) in dem erdungsfähigen ESD-Bekleidungssystem innerhalb des minimalen und maximalen Widerstands liegt, der durch die Benutzerspezifikation erlaubt ist.

Ein erdungsfähiges ESD-Bekleidungssystem ist ein erdungsfähiges ESD-Kleidungsstück, das einen elektrischen Anschlussweg für eine Person, die das Kleidungsstück trägt, zum Erdungspunkt des Kleidungsstücks herstellt.

Ein erdungsfähiges ESD-Bekleidungssystem stellt eine Erdung für eine Person bereit, die nicht nur das elektrische Feld der unter dem Kleidungsstück getragenen Bekleidung unterdrückt und triboelektrisch erzeugte Oberflächenladung ableitet, sondern auch die Haut des Trägers an einen identifizierten Erdungsweg bindet. Erdungsfähige ESD-Bekleidungssysteme können auch in Verbindung mit einem kontinuierlichen oder einem konstanten Überwachungssystem in ähnlicher Weise verwendet werden, wie sie bei der kontinuierlichen Überwachung von Handgelenksbändern in einem ESD-geschützten Bereich (EPA) verwendet werden.

ESD-Bekleidung kann aus Reinraumkleidern, Reinraumoveralls, Labormänteln, -jacken und -kitteln bestehen.

15.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).

- Integriertes Prüfgerät für Handgelenkbänder, der eine Richtig-oder-Falsch-Anzeige ausgeben sollte, die den im ESD-Kontrollplan angegebenen Grenzen entspricht, oder
- Gleichstrom-Ohmmeter,
- Handelektrode,
- zwei Prüflleitungen von ausreichender Länge,
- Einige integrierte Prüfgeräte verlangen eine manuelle Einstellung der Widerstandsbereiche des Handgelenkbandwiderstands.

15.4 Prüfverfahren

15.4.1 Integriertes Prüfgerät

- Ziehen Sie ein Kleidungsstück an und schnallen Sie es richtig fest bzw. knöpfen Sie es entsprechend den Betriebsvorgaben zu. Stellen Sie sicher, dass die Handgelenkbänder eng anliegen. Wenn ein verstellbares Handgelenkband verwendet wird, passen Sie es an, um einen festen Sitz zu gewährleisten.
- Befestigen Sie das Erdungskabel an der Erdungskabelanschluss des Kleidungsstücks.
- Schalten Sie gegebenenfalls den integrierten Handgelenkband-/ Schuhwerk-Prüfgerät auf die Einstellung für Handgelenkbänder um.
- Verbinden Sie das lose Ende des Erdungskabels mit dem integrierten Prüfgerät.
- Drücken und halten Sie den Metallkontakt bzw. die Testplatte mit einer Hand, bis die Richtig-oder-Falsch-Anzeige angezeigt wird. Siehe Bild 15.

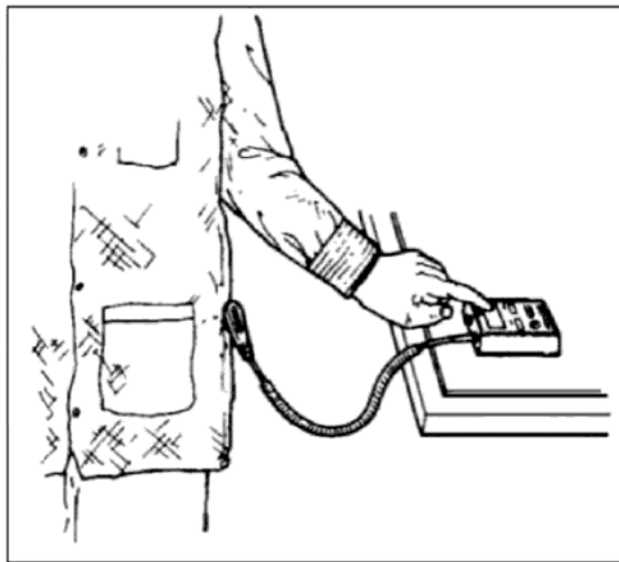


Bild 1 – Test des erdungsfähigen ESD-Bekleidungs-systems mit integriertem Prüfgerät

15.4.2 Messgerät

- Ziehen Sie ein Kleidungsstück an und schnallen Sie es richtig fest bzw. knöpfen Sie es entsprechend den Betriebsvorgaben zu. Wenn ein verstellbares Handgelenkband verwendet wird, passen Sie es an, um einen festen Sitz zu gewährleisten.
- Befestigen Sie das Erdungskabel am Erdungspunkt des Kleidungsstücks.
- Schließen Sie das lose Ende des Erdungskabels an den Minuspol (-) des Messgeräts an.
- Verbinden Sie ein Ende der Prüflleitung mit der Handelektrode und verbinden Sie das andere Ende der Prüflleitung mit dem Pluspol (+) des Messgeräts.
- Halten Sie die Handelektrode mit einer Hand fest. Siehe Bild 16.
- Legen Sie 10 V an und warten Sie 5 s, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Wenn der angegebene Widerstand weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ beträgt, notieren Sie den Widerstand. Wenn der angegebene Widerstand größer oder gleich $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen den Test. Notieren Sie den Widerstand, nachdem sich das Messgerät stabilisiert hat bzw. nach 15 s.
- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.

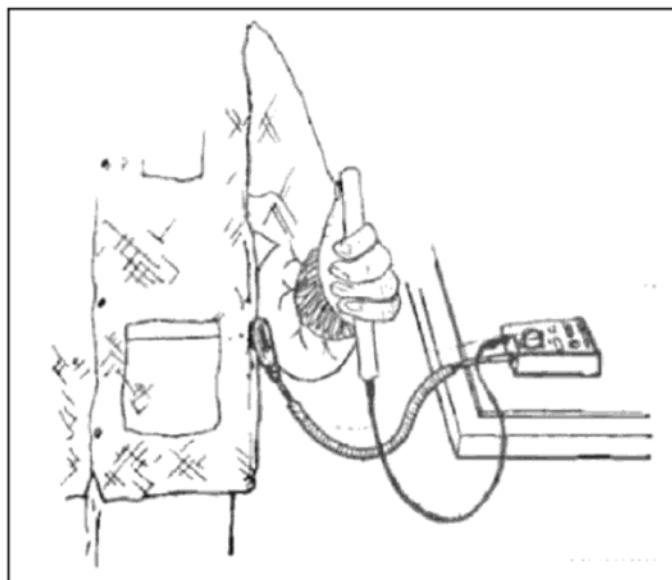


Bild 2 – Prüfaufbau für erdungsfähige Bekleidung in Kombination mit einer Person, Handelektrode und Messgerät

15.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Untersuchen Sie die Manschette des Kleidungsstücks, um sicherzustellen, dass sie richtig dimensioniert und so eingestellt ist, dass sie ohne dazwischenliegende Bekleidung oder andere Gegenstände eng an der Haut anliegt.
- Untersuchen Sie das Kleidungsstück und den Manschettenbereich, um sicherzustellen, dass nichts verschmutzt oder zerrissen ist.
- Wenn die obigen Schritte nicht wirksam sind, könnte die Haut der Person einen hohen elektrischen Widerstand aufweisen. Wetteränderungen können den Hautkontaktwiderstand der Person beeinflussen. Die Verwendung einer Hautlotion oder eines Gels, die mit den Prozessanforderungen kompatibel sind, kann den Hautkontaktwiderstand der Person um den Manschettenbereich verringern. Wenn Hautlotionen und -gele verwendet werden, können häufigere Tests während der Arbeitsschicht erforderlich sein, um ihre anhaltende Wirksamkeit sicherzustellen.
- Untersuchen Sie die Nähte zwischen den Stoffbahnen, um sicherzustellen, dass sie nicht verschmutzt oder zerrissen sind.
- Tauschen Sie das Erdungskabel gegen ein neues aus und wiederholen Sie den Vorgang.
- Ersetzen Sie das Kleidungsstück durch ein neues und wiederholen Sie den Vorgang.

ESD-Ausrüstung und -Materialien, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

16 ESD-Bekleidung und erdungsfähige ESD-Bekleidung – Punkt-zu-Punkt-Methode

16.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf IEC61340-4-9.

16.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob der Ärmel-zu Ärmel- bzw. der Manschette-zu-Manschette-Widerstand von Kleidungsstücken innerhalb des minimalen und maximalen Widerstands liegt, der durch die Benutzerspezifikation erlaubt ist.

ESD-Bekleidung kann aus Reinraumkleidern, Reinraumoveralls, Labormänteln, -jacken und -kitteln bestehen.

16.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).

- Gleichstrom-Ohmmeter,
- zwei Widerstandsmesselektroden,
- zwei Prüfleitungen von ausreichender Länge,
- isolierende Auflagefläche (ausreichend groß für Kleidungsstücke).

16.4 Prüfverfahren

- Schließen Sie die beiden Widerstandsmesselektroden an die Prüfleitungen an und verbinden Sie die Prüfleitungen mit dem integrierten Prüfgerät oder dem Messgerät.
- Legen Sie das Kleidungsstück so weit wie möglich geöffnet auf die isolierende Unterlage. Es ist wichtig, das Kleidungsstück zu öffnen, um Verbindungen zwischen den Stoffbahnen zu vermeiden, die beim Tragen des Kleidungsstücks nicht vorhanden sind.
- Setzen Sie die Elektroden auf jeden Ärmel (oder jede Manschette) des Kleidungsstücks. Stellen Sie sicher, dass die Ärmel vom Körper des Kleidungsstücks getrennt liegen. Siehe Bild 17.
- Legen Sie 10 V an und warten Sie 15 Sekunden, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Wenn der angegebene Widerstand weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ beträgt, notieren Sie den Widerstand. Wenn der angegebene Widerstand größer oder gleich $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen Sie den Test. Notieren Sie den Widerstand.
- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.

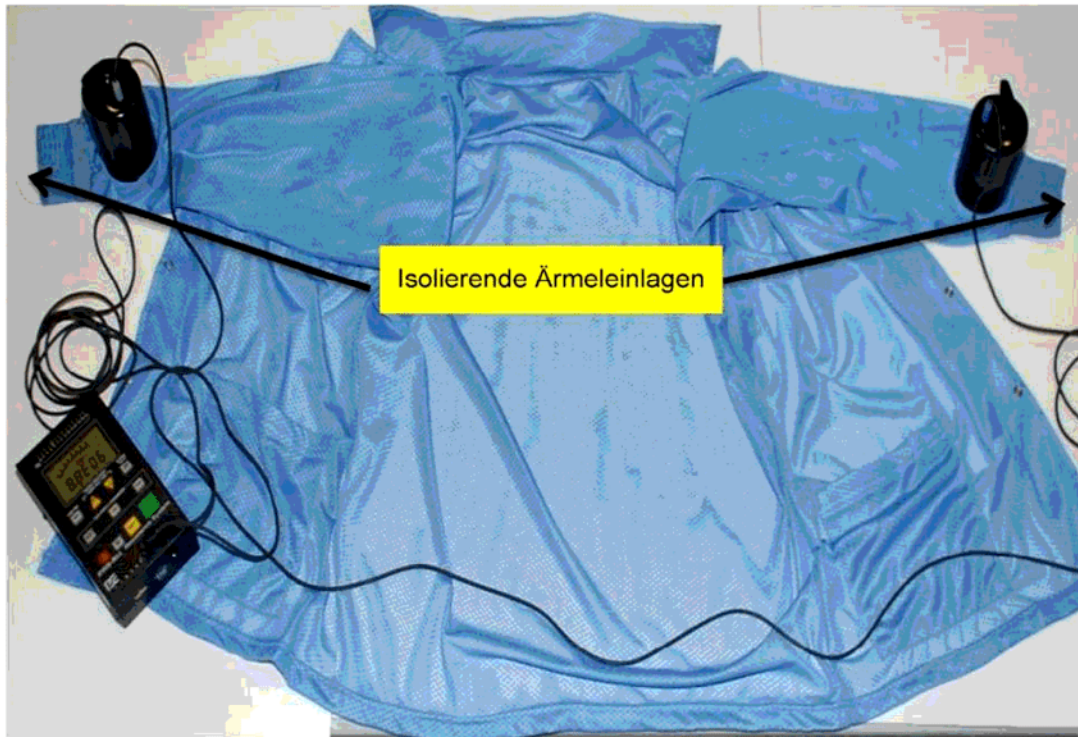


Bild 3 – Punkt-zu-Punkt-Messung von Bekleidung

16.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Untersuchen Sie die Elektroden auf Schmutzablagerungen. Entfernen Sie die Oberflächenverunreinigung, indem Sie die Empfehlungen des Herstellers befolgen. Wenn Sie Flüssigkeiten zum Reinigen der Elektroden verwenden, lassen Sie die Elektroden vor dem erneuten Testen trocknen.
- Untersuchen Sie das Kleidungsstück (z. B. Nähte zwischen den Stoffbahnen), um sicherzustellen, dass es nicht verschmutzt oder zerrissen ist.
- Überprüfen Sie das Waschverfahren:
 - Hohe Temperaturen beim Waschen, Trocknen oder Bügeln können die Carbonfasern im Kleidungsstück beschädigen.
 - Im Waschprozess verwendete Weichspüler können die Fasern beschichten.
 - Chlorbleiche kann leitfähige Fasern (insbesondere Fasern auf Silberbasis) schädigen.

ESD-Ausrüstung und -Materialien, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

17 Hängende ESD-Bekleidung und hängende erdungsfähige ESD-Bekleidung – Klammermethode

17.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf IEC61340-4-9.

17.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, zu überprüfen, ob der Ärmel-zu-Ärmel- bzw. der Manschette-zu-Manschette-Widerstand von Kleidungsstücken innerhalb des minimalen und maximalen Widerstands liegt, der durch die Benutzerspezifikation erlaubt ist.

ESD-Bekleidung kann aus Reinraumkleidern, Reinraumoveralls, Labormänteln, -jacken und -kitteln bestehen.

17.3 Prüfgeräte

Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).

- Gleichstrom-Ohmmeter,
- isolierende Aufhängevorrichtung (den elektrischen Anforderungen der isolierenden Auflagefläche entsprechend),
- zwei Klemmelektroden (siehe Bild 18),
- zwei Prüfleitungen von ausreichender Länge.

17.4 Prüfverfahren

- Hängen Sie das Kleidungsstück an den Ärmeln mit je einer elektrisch isolierten Klemmelektrode unter Verwendung der isolierenden Aufhängevorrichtung auf.
- Klemmelektroden sollten wie folgt angebracht werden:
 - Bei Kleidungsstücken mit Manschetten befestigen Sie diese an den Manschetten.
 - Bei Kleidungsstücken, die nicht mit Manschetten ausgestattet sind, befestigen Sie diese an den Ärmeln.
- Die Widerstandsmessung sollte durchgeführt werden, indem die Spannungsleitung an eine Klemme angeschlossen und die Sensorleitung an die andere Klemme angeschlossen wird. Siehe Bild 19.
- Legen Sie 10 V an und warten Sie 15 Sekunden, bis sich die Anzeige stabilisiert hat. Wenn der angegebene Widerstand weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ beträgt, notieren Sie den Widerstand. Wenn der angegebene Widerstand größer oder gleich $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen Sie den Test. Notieren Sie den Widerstand.
- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.

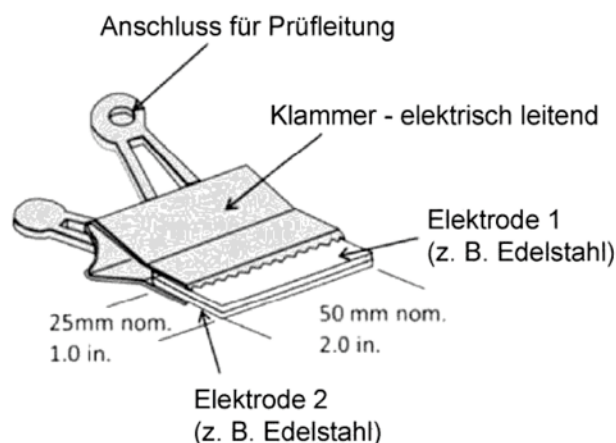


Bild 4 – Elektroden für die Prüfung hängender Kleidungsstücke

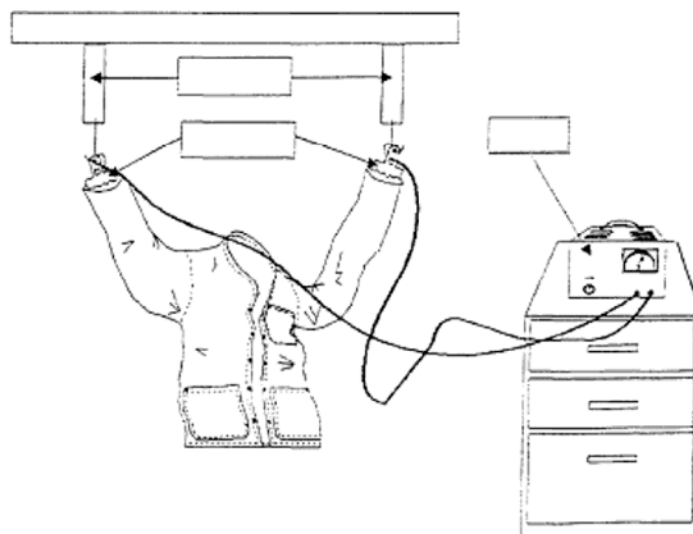


Bild 5 – Alternative Punkt-zu-Punkt-Widerstandsmessung

17.5 Fehlersuche

- Vergewissern Sie sich, dass das Prüfgerät ordnungsgemäß funktioniert und überprüfen/warten Sie die Batterie (falls batteriebetrieben) entsprechend den Betriebsanleitungen des Herstellers für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Untersuchen Sie die Elektroden auf Schmutzablagerungen. Entfernen Sie die Oberflächenverunreinigung, indem Sie die Empfehlungen des Herstellers befolgen. Wenn Sie Flüssigkeiten zum Reinigen der Elektroden verwenden, lassen Sie die Elektroden vor dem erneuten Testen trocknen.
- Untersuchen Sie das Kleidungsstück (z. B. Nähte zwischen den Stoffbahnen), um sicherzustellen, dass es nicht verschmutzt oder zerrissen ist.
- Überprüfen Sie den Wäscheprozess:
 - Hohe Temperaturen beim Waschen, Trocknen oder Bügeln können die Carbonfasern im Kleidungsstück beschädigen.
 - Im Waschprozess verwendete Weichspüler können die Fasern beschichten.
 - Chlorbleiche kann leitfähige Fasern (insbesondere Fasern auf Silberbasis) beschädigen.
 - Einige Kleidungsstücke, typischerweise von Verleihern, können erneute Ausrüstungen oder Behandlungen erfordern, die nach dem Waschen entweder in der letzten Spülung oder als separater Prozess wieder aufgebracht werden.

ESD-Ausrüstung und -Materialien, die nicht in Einklang mit den Bestimmungen gebracht werden können, sollten außer Betrieb genommen werden.

18 Verpackungen

18.1 Grundlagen des Prüfverfahrens

Dieses Verfahren zur Konformitätsprüfung basiert auf den folgenden Veröffentlichungen:

- IEC/TR 61340-1
- IEC 61340-2-3
- IEC 61340-5-3

18.2 Zielsetzung

Ziel dieses Konformitätsprüfverfahrens ist es, den Oberflächen- oder Volumenwiderstand von ESD-Verpackungen zu überprüfen, die im Herstellungsprozess verwendet werden. ESD-Verpackungen können aus Kunststofftablets, Beuteln, Tüten, offenen und geschlossenen Kästen, Schalen, Polsterfolie, Schaumstoff, Versandstangen, Blisterband und Spulen, Schrumpffolie und jedem anderen Material bestehen, das zur Erleichterung der Materialhandhabung während des Prozesses verwendet wird.

Ein gut gestalteter ESD-Kontrollplan beschäftigt sich mit ESD-Verpackungen, da sich die elektrostatischen Eigenschaften vieler Verpackungsarten mit der Zeit und der Verwendung verschlechtern können. Diese Tests können nicht zur Überprüfung der Schirmdämpfung oder der Energieeinkopplung verwendet werden.

18.3 Prüfgeräte

- Eine allgemeine Beschreibung der Testausrüstung finden Sie in [Abschnitt 5](#).
- Integriertes Prüfgerät oder Messgerät,
- isolierende Auflagefläche,
- konzentrische Ringelektrode,
- Zwei-Punkt-Elektrode,
- leitfähige Metallelektrode; die Fläche sollte etwas größer sein als die zu prüfende Verpackung,
- zwei Widerstandsmesselektroden. Die Elektroden und das Gleichstrom-Ohmmeter können zu einem einzigen integrierten Messgerät kombiniert werden.

18.4 Prüfverfahren

18.4.1 Prüfen des Oberflächenwiderstands mit einem integrierten Messgerät

- Legen Sie das Verpackungsmaterial auf die isolierende Auflagefläche, um sicherzustellen, dass Messungen durchgeführt werden, die mit den Produktqualifizierungs- bzw. Abnahmetestdaten übereinstimmen. Die Messung an ableitenden oder leitfähigen Oberflächen führt tendenziell zu Messabweichungen und kann zu fehlerhaften Ergebnissen führen.
- Vorsicht ist geboten, wenn die isolierende Objektträgerfläche zum Prüfen in einer aktiven EPA verwendet wird. Alle ESDS sollten mehr als 30 cm vom Prüfbereich entfernt sein.
- Stellen Sie die Prüfelektroden des integrierten Prüfgeräts oder Messgeräts in die Mitte der Verpackung (oder in abgenutzte Bereiche).
- Legen Sie die Prüfspannung an und beobachten Sie den Messwert.
- Der Oberflächenwiderstand von Beutelmateriale sollte sowohl auf der Innen- als auch auf der Außenseite geprüft werden.

18.4.2 Oberflächenwiderstand unter Verwendung einer konzentrischen Ringelektrode

- Platzieren Sie die konzentrische Ringelektrode in der Mitte der Verpackung (oder an verschlissenen Stellen). Siehe [Bild 26](#).
- Schließen Sie das Gleichstrom-Ohmmeter an die Elektroden an.
- Legen Sie 10 V an und zeichnen Sie die Anzeige nach 5 Sekunden auf. Wenn der angegebene Widerstand größer als $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen Sie den Test. Notieren Sie den Widerstand, nachdem sich das Messgerät stabilisiert hat oder nach 15 Sekunden.
- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.

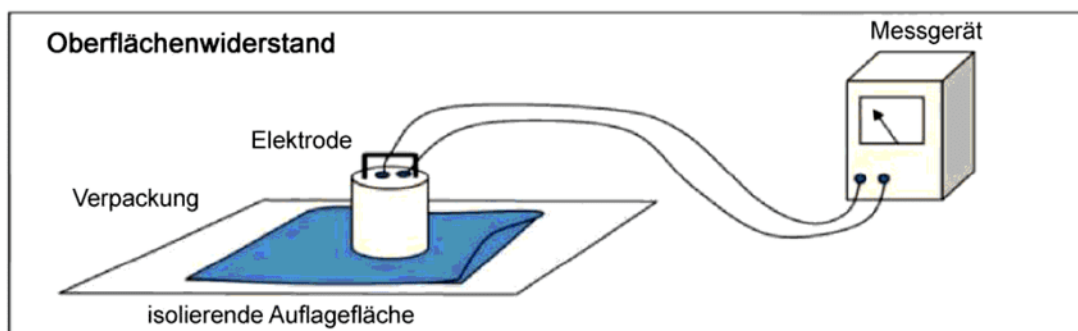


Bild 26 – Prüfaufbau mit einer konzentrischen Ringelektrode

18.4.3 Prüfen des Oberflächenwiderstands mit einem Gleichstrom-Ohmmeter und einer Zwei-Punkt-Elektrode

- Legen Sie das Verpackungsmaterial auf die isolierende Auflagefläche. Messungen auf ableitenden oder leitenden Oberflächen neigen dazu, die Messungen zu beeinflussen und können zu fehlerhaften Ergebnissen führen.
- Vorsicht ist geboten, wenn die isolierende Objektträgerfläche zum Testen in einem aktiven EPA verwendet wird. Alle ESDS-Gegenstände sollten mehr als 30 cm vom Prüfbereich entfernt sein.
- Stellen Sie eine Elektrode in der Mitte der Verpackung (oder auf abgenutzten Stellen). Es ist auch zweckdienlich, die Sonde bei Bedarf in vertieften Bereichen zu platzieren. Siehe Bild 27.
- Schließen Sie das Gleichstrom-Ohmmeter an die Elektroden an.
- Legen Sie 10 V an und zeichnen Sie die Anzeige nach 5 Sekunden auf. Wenn der angegebene Widerstand größer als $1,0 \times 10^6 \Omega$ ist, schalten Sie das Messgerät auf 100 V und wiederholen Sie den Test. Notieren Sie den Widerstand, nachdem sich das Messgerät stabilisiert hat oder nach 15 Sekunden.
- Das Umschalten der Prüfspannung auf 100 V kann zu einem Widerstandswert von weniger als $1,0 \times 10^6 \Omega$ führen. Wenn dieser Fall auftritt, wird der mit der 100-V-Prüfspannung abgelesene Wert verwendet.

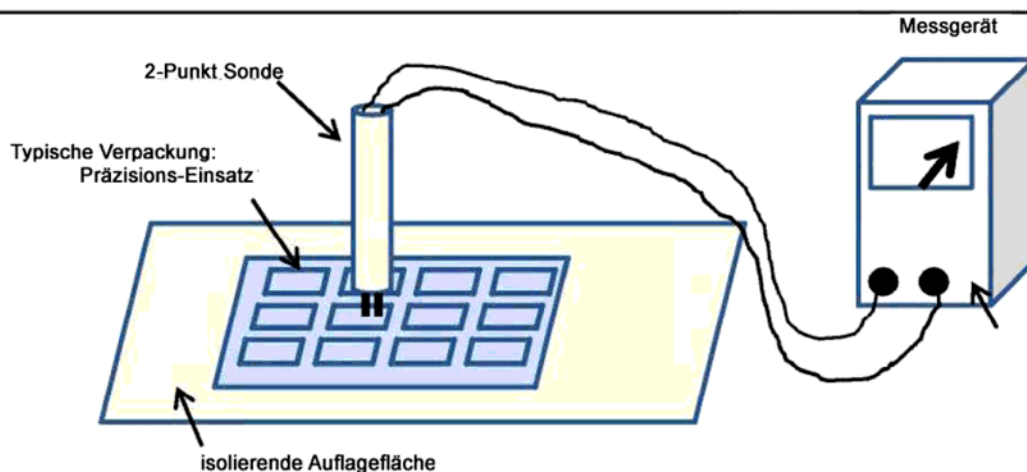


Bild 27 – Prüfaufbau mit einem Messgerät und einer Zwei-Punkt-Elektrode

18.4.4 Punkt-zu-Punkt-Messung mit Widerstandsmesselektrode(n)

- Platzieren Sie eine Elektrode in der Mitte der Verpackung (oder auf abgenutzten Stellen) und die zweite Elektrode an einer Ecke (oder so nahe wie möglich an einer Ecke). Siehe Bild 28.
- Schließen Sie das Gleichstrom-Ohmmeter an die Elektroden an.