

	DIN IEC 61340-4-2 (VDE 0300-4-2)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 17.220.20

Einsprüche bis 2008-09-30

Entwurf

**Elektrostatik –
Teil 4-2: Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen –
Verfahren zur Bestimmung der elektrostatischen Eigenschaften von Textilien
(IEC 101/258A/CD:2008)**

Electrostatics –
Part 4-2: Standard test methods for specific applications –
Test methods for evaluating the electrostatic properties of garments
(IEC 101/258A/CD:2008)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-07-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 97 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 101/258A/CD:2008 „Electrostatics – Part 4-2: Standard test methods for specific applications – Test methods for evaluating the electrostatic properties of garments“ (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.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 185 „Elektrostatik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	AATTC Test method 115-2005	–	–
–	BS 7506-1:1995	–	–
EN 1149-3:2004	–	DIN EN 1149-3:2004-07	–
EN 1149-5:2008	–	DIN EN 1149-5:2008-04	–
–	IEC 61340-1	–	–
EN 61340-2-1:2002	IEC 61340-2-1:2002	DIN EN 61340-2-1 (VDE 0300-2-1):2003-06	VDE 0300-2-1
–	IEC 61340-2-2:2000	–	–
EN 61340-2-3:2000	IEC 61340-2-3:2000	DIN EN 61340-2-3 (VDE 0300-2-3):2000-12	VDE 0300-2-3
–	JIS L 1094:1994	–	–
–	NT ELEC 036:2006	–	–
–	NT ELEC 037:2006	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 1149-3:2004-07, *Schutzkleidung – Elektrostatische Eigenschaften – Teil 3: Prüfverfahren für die Messung des Ladungsabbaus*

DIN EN 1149-5:2008-04, *Schutzkleidung – Elektrostatische Eigenschaften – Teil 5: Leistungsanforderungen an Material und Konstruktionsanforderungen*

DIN EN 61340-2-1 (VDE 0300-2-1):2003-06, *Elektrostatik – Teil 2-1: Messverfahren – Fähigkeit von Materialien und Erzeugnissen, elektrostatische Ladungen abzuleiten*

DIN EN 61340-2-3 (VDE 0300-2-3):2000-12, *Elektrostatik – Teil 2-3: Prüfverfahren zur Bestimmung des Widerstandes und des spezifischen Widerstandes von festen planen Werkstoffen, die zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung verwendet werden*

**Elektrostatik –
Teil 4-2: Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen –
Verfahren zur Bestimmung
der elektrostatischen Eigenschaften von Textilien**

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	8
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe.....	9
4 Atmosphäre für die Vorbehandlung und Prüfung	9
5 Prüfverfahren	10
5.1 Widerstand und spezifischer Widerstand	10
5.1.1 Umrechnung zu spezifischen Widerstandswerten.....	10
5.2 Entladungszeit	10
5.2.1 Auswahl der passenden Entladungszeit-Prüfverfahren	10
5.2.2 Coronaaufladungsmethode	11
5.2.3 Aufgeladene-Metallplatten-Methode.....	11
5.2.4 Influenzaufladungsmethode.....	11
5.2.5 Triboelektrische Aufladung	12
5.2.6 Ladungsableitung durch Leitung über die Kleidung zum menschlichen Körper	12
5.2.7 Oberflächenpotentialunterdrückung von isolierter Bekleidung	12
5.3 Messen der elektrostatischen Entladung.....	12
5.4 Feldunterdrückung	13
5.5 Prüfverfahren triboelektrischer Aufladung	13
5.5.1 Allgemeines	13
5.5.2 Triboelektrische Aufladung von Bekleidungsmaterial.....	13
5.5.3 Triboelektrische Aufladung durch Ablegen der Bekleidung.....	13
5.5.4 Triboelektrische Aufladung der äußeren Oberfläche von Kleidung.....	13
5.5.5 Triboelektrische Aufladung beim Benutzen von Sitzflächen	13
5.6 Anhaftungstests	14
5.7 Aufladung von Kapazität.....	14
Anhang A (normativ) Triboelektrische Aufladung beim Ablegen von Kleidung	15
A.1 Ausrüstung	15
A.1.1 Elektrostatisches Voltmeter	15
A.1.2 Aufzeichnungsgeräte	15
A.1.3 Faradayscher Becher.....	15
A.1.4 Metallgrundplatte	15
A.1.5 Isolierende Unterstützung	15
A.1.6 Referenzkleidung	15

	Seite
A.1.7 Statikneutralisator	15
A.1.8 Kapazitätsmeter (optional).....	15
A.2 Testablauf	16
A.2.1 Vorbereitung	16
A.2.2 Testen von Oberbekleidung	16
A.2.3 Testen der Unterbekleidung	16
A.3 Berechnung und Darstellung von Resultaten.....	17
A.4 Bericht.....	17
Anhang B (normativ) Triboelektrische Aufladung von Sitzflächen	19
B.1 Ausrüstung.....	19
B.1.1 Elektrostatisches Voltmeter	19
B.1.2 Aufzeichnungsgeräte	19
B.1.3 Sitzgelegenheiten	19
B.1.4 Sitzbezüge (optional)	19
B.1.5 Sitzauflagenrahmen oder Plattform (optional).....	19
B.1.6 Isolationsmaterial für Sitze (optional)	19
B.1.7 Isolationsgrundplatte (optional)	20
B.1.8 Metallgrundplatte (optional)	20
B.1.9 Isolierende Unterlage (optional)	20
B.1.10 Widerstände (optional)	20
B.1.11 Statikneutralisator	20
B.1.12 Kapazitätsmeter (optional).....	20
B.2 Testablauf	20
B.2.1 Vorbereitung	20
B.2.2 Messung des Körperpotentials	20
B.3 Berechnung und Darstellung von Resultaten.....	21
B.4 Bericht.....	21
Anhang C (normativ) Test der Aufladbarkeit	24
C.1 Allgemeines	24
C.2 Aufladungstest beim Ausziehen der Kleidung.....	24
C.2.1 Prüfstände	24
C.2.1.1 Prüfstand mit einer Testpuppe	24
C.2.1.2 Der Prüfstand mit der Testperson	27
C.2.2 Messung des Ladungspotentials am Testpuppenrumpf oder am menschlichen Körper	27
C.2.2.1 Auswertung und Darstellung von Ergebnissen	30
C.2.3 Ladungsmessung auf dem Kleidungsstück, das in das System mit dem Faradayschen Käfig abgelegt worden ist	30
C.2.3.1 Auswertung und Darstellung von Ergebnissen	30
C.2.4 Messung des Potentials der elektrostatischen Ladung, die auf der Oberfläche der abgelegten Kleidungsstücke erzeugt wurde.....	31

	Seite
C.2.4.1 Auswertung und Darstellung von Ergebnisse.....	31
C.3 Triboelektrische Aufladungstests durch Reibung an der Außenseite des Bekleidungsmaterials.....	31
C.3.1 Prüfstand.....	31
C.3.2 Testablauf	33
C.3.3 Auswertung und Darstellung von Ergebnisse.....	33
C.4 Prüfbericht.....	34
Anhang D (normativ) Kapazitätsaufladung	35
D.1 Ausrüstung	35
D.1.1 Einbringung des Testmaterials	35
D.1.2 Ladungsaufbringung mit Corona	35
D.1.3 E-Feldmeter	36
D.1.4 Ausrüstung für Entladungszeitkalibrierung	37
D.1.5 Ausrüstung für das Messen der übertragenen Ladungsmenge	37
D.2 Allgemeine Aspekte der Messverfahren	37
D.2.1 Entladungszeit	37
D.2.2 Ausgangsspannung	38
D.2.3 Spannungsentladungskurve	38
D.2.4 Zeitmessungen	38
D.2.5 Überprüfung der Reproduzierbarkeit von Messwerten	38
D.2.6 Überwindung der Voraufladung	38
D.2.7 Zusätzlich zu vermeidende Artefakte.....	39
D.3 Verfahren für das Messen der Kapazitätsaufladung	39
D.3.1 Allgemeines	39
D.3.2 Befestigung.....	40
D.3.3 Voruntersuchung der Oberflächenspannung.....	40
D.3.4 Das Messen der Entladezeit.....	40
D.3.5 Berechnung der Kapazitätsladung.....	40
D.4 Einstufung	41
D.5 Kalibrierverfahren.....	42
D.5.1 Kalibrierung der Coronaentladungsmessgeräte	42
D.5.1.1 Zu kalibrierende Faktoren.....	42
D.5.1.2 Kalibrierung der Oberflächenpotentialempfindlichkeit	42
D.5.1.3 Entladungszeitkalibrierung.....	43
D.5.1.4 Durchführung der Kalibrierung.....	43
D.5.2 Kalibrierung der Coronaladungsübertragungsmessinstrumente	43
D.5.2.1 Zu kalibrierende Faktoren.....	43
D.5.2.2 Messempfindlichkeit für Influenz- und Leitungsladung.....	43
D.5.2.3 Relative Empfindlichkeit der Influenzladungsmessung	43
Literaturhinweise	49

Bild A.1 – Testaufbau zum Messen des Körperpotentials und der Ladung auf abgelegter Kleidung	18
Bild B.1 – Beispiel für Testausrüstung zur Messung des Körperpotentials beim Aufstehen von einem Sitz	22
Bild B.2 – Typische Körperpotentialaufzeichnung	23
Bild C.1 – Darstellung des Prüfstands mit einer Testpuppe	24
Bild C.2 – Schema eines Messsystems zur Einschätzung der Gesamtaufladung Q , die auf dem Teil der von der Testpuppe entfernten Kleidung auftritt, (Messung mit dem Faradayschen Käfig) und des Aufladungspotentials U_{HB} auf dem Testpuppenrumpf, nachdem das Kleidungsstück entfernt worden ist (Direktkontaktmessung)	25
Bild C.3 – Schema eines Messsystems zur Einschätzung des Aufladungspotentials U_S auf der Materialoberfläche des von der Testpuppe entfernten Kleidungsstücks (Abstandsmessung) und des Aufladungspotentials U_{HB} auf dem Testpuppenrumpf, nachdem das Kleidungsstück entfernt worden ist (Direktkontaktmessung)	26
Bild C.4 – Tisch zum Messen des Aufladungsniveaus der entfernten Kleidung	26
Bild C.5 – Schema eines Messsystems zur Einschätzung des Ladungspotentials U_S auf der Materialoberfläche des von der Testperson abgelegten Kleidungsstücks (Abstandsmessung) und des Ladungspotentials U_{HB} auf dem menschlichen Körper, nachdem das Kleidungsstück abgelegt worden ist (Direktkontaktmessung)	27
Bild C.6 – Die möglichen Arten des Entferns von Kleidung vom Testpuppenrumpf oder vom Personenkörper	29
Bild C.7 – Diagramm des Prüfstandes für die Prüfung der mechanischen triboelektrischen Aufladung auf der Kleidungsaußenseite	32
Bild C.8 – Diagramm des Systems für das Messen des Aufladungsniveaus am menschlichen Körper als Ergebnis manueller Reibung seiner Kleidung	33
Bild D.1 – Beispiel einer Anordnung zum Messen der Corona-Entladung und von Anordnungen für „offene“ und „geerdete“ Rückseite	45
Bild D.2 – Ausrüstung zur Kalibrierung der Entladungszeit	46
Bild D.3 – Anordnung zum Messen aufgebrachtener Ladung	47
Bild D.4 – Beispiel der Veränderung des Kapazitätspotentials mit der Coronamenge	48
Bild D.5 – Anpassung des Faktors, um Influenz- und Leitungsmessungen in Verbindung zu bringen	48

Einleitung

Die Kleidung, die von den meisten Leuten täglich getragen wird, ist üblicherweise nicht dafür entworfen, Elektrostatik abzuleiten. Einige Naturfasern, wie Baumwolle oder Leinen, besitzen genügend Feuchtigkeit, um eine gewisses Maß an Leitfähigkeit bereitzustellen und können eine akzeptable Menge an Aufladung ableiten.

Synthetische Fasern jedoch, wie Polyester oder Nylon, aber auch Naturfasern sind bei niedriger Luftfeuchtigkeit nicht in der Lage, elektrostatische Aufladung schnell abzuleiten. Wenn sich elektrostatische Aufladung auf Kleidung bildet, kann das eine Reihe von Effekten hervorrufen:

- a) Staub und Schwebstoffe können von der Oberfläche der aufgeladenen Kleidung angezogen werden;
- b) leichte Kleidung kann am Körper des Trägers haften;
- c) das elektrische Feld, hervorgerufen durch die Aufladung auf der Kleidung, kann empfindliche elektronische Systeme bzw. Komponenten beschädigen oder zerstören;
- d) elektrostatische Entladungen der Kleidung können brennbare oder explosive Materialien entzünden und empfindliche elektronische Systeme bzw. Komponenten beschädigen oder zerstören;
- e) Aufladung auf Kleidern influenziert ein Potential auf dem Körper einer isolierten Person, die die Kleider trägt, was zu schädigenden oder gefährlichen Funkenentladungen vom Körper führen kann.

Einige der Effekte können häufig hingenommen werden, aber in vielen Situationen ist das Vorhandensein dieser Effekte nicht akzeptabel. Um zu beurteilen, ob es ein mögliches Problem gibt, ist es notwendig, die Neigung der Kleidung festzustellen, sich aufzuladen oder sich elektrostatisch zu entladen bzw. ihre Fähigkeit festzustellen, Aufladung innerhalb einer annehmbaren Zeit abzuleiten. Wenn sich normale Kleidung als nicht geeignet erweist, wird sie durch Kleidung ersetzt, die speziell konzipiert und hergestellt wurde, um die unerwünschten Effekte der Elektrostatik zu verhindern, z. B. Kleidung, die elektrostatische Effekte kontrolliert. Geeignete Testmethoden sind notwendig, um den Umfang möglicher Probleme abzuschätzen und die Funktion und die Wirksamkeit der Ladungsableitung in der Kleidung, die elektrostatische Effekte kontrolliert, festzustellen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61340 beschreibt Testmethoden und -verfahren, die verwendet werden können, um das elektrostatische Auflade- und Entladeverhalten, die Fähigkeit zur Feldunterdrückung und die Ladungsableitungseigenschaften der Kleidung und der Materialien, aus denen Kleidung hergestellt wird, festzustellen.

Die beschriebenen Testmethoden sind für die zu beurteilende Kleidung anwendbar, die auf oder am Ober- und Unterkörper getragen wird, einschließlich Kopfbedeckung und Handschuhe, betrifft aber nicht das Schuhwerk, das in anderen Teilen der IEC 61340 beschrieben wird (siehe IEC 61340-4-3 und IEC 61340-4-5).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

AATCC Test Method 115-2005, *Electrostatic Clinging of Fabrics: Fabric-to-Metal Test*

BS 7506-1:1995, *Methods for Measurements in electrostatics Part 1. Guide to basic electrostatics*

EN 1149-3: 2004, *Schutzkleidung – Elektrostatische Eigenschaften – Teil 3: Prüfverfahren für die Messung des Ladungsabbaus*

EN 1149-5, *Schutzkleidung – Elektrostatische Eigenschaften – Teil 5: Anforderungen*

IEC 61340-1, *Electrostatics – Part 1: Guide to the principles of electrostatic phenomena and their measurement*

IEC 61340-2-1:2002, *Electrostatics – Part 2-1: Measurement methods – Ability of materials and products to dissipate static electric charge*

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

IEC 61340-2-3:2000, *Electrostatics – Part 2-3: Methods of test for determining the resistance and resistivity of solid planar materials used to avoid electrostatic charge accumulation*

JIS L 1094:1997, *Testing methods for electrostatic propensity of woven and knitted fabrics*

NT ELEC 036:2006, *Fabrics and inhomogeneous materials: Measurement of a direct discharge from an ESD protective material, such as an ESD garment/fabric*

NT ELEC 037:2006, *Protective garments: Measurement of the charge decay time of ESD protective garments*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe aus den Normativen Verweisungen, die in Abschnitt 2 aufgeführt sind, und die folgenden Begriffe.

3.1

Potentialunterdrückung

Maß der Unterdrückung des Oberflächenpotentials, verglichen mit einem guten nicht leitenden Material. Dieses Maß wird als Quotient aus dem Oberflächenpotential pro Ladungsmenge für einen dünnen Film eines guten Nichtleiters und dem Oberflächenpotential, das pro Ladungsmenge mit einer ähnlichen Ladungsverteilung auf der Oberfläche des Testmaterials erreicht wurde, errechnet

3.2

Feldunterdrückung

Abschwächung elektrostatischer Felder, die von aufgeladener Unterwäsche ausgehen

3.3

Influenzaufladung

Erzeugung einer Ladung auf einem Testmaterial durch den Einfluss des elektrischen Feldes einer in der Nähe befindlichen aufgeladenen Elektrode

4 Atmosphäre für die Vorbehandlung und Prüfung

Da die elektrostatischen Eigenschaften der Materialien durch Temperatur und relative Feuchtigkeit beeinflusst werden, ist es wichtig, dass Messungen wenn möglich unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt werden.

Wenn die Bedingungen nicht anders festgelegt wurden, zum Beispiel in Produktstandards, können die für Prüfverfahren in diesem Teil der IEC 61340 spezifizierten Bedingungen verwendet bzw. für spezifische Anwendungen angepasst werden. Die passendsten Bedingungen und die Zeit der Vorbehandlung vor der Messung müssen hinsichtlich der Art des Materials, der beabsichtigten Anwendung und der erwarteten Einsatzbedingungen gewählt werden. Es wird empfohlen, mindestens zwei Messungen durchzuführen, eine mit der niedrigsten zu erwartenden relativen Feuchtigkeit und eine mit der höchsten zu erwartenden relativen Feuchtigkeit.

Ist die Kontrolle der Umgebungsbedingungen nicht möglich, muss die Temperatur und die relative Feuchtigkeit zur Zeit der Messung aufgezeichnet werden. Sind die Bedingungen innerhalb 24 Stunden vor der Messung bekannt, muss der Bereich dieser Bedingungen notiert werden.

Die Atmosphäre für die Vorbehandlung und die Prüfung muss im Prüfbericht für alle Messungen enthalten sein, die in Übereinstimmung mit diesem Teil der IEC 61340 durchgeführt werden.

5 Prüfverfahren

5.1 Widerstand und spezifischer Widerstand

Messungen des Oberflächenwiderstands, des Volumenwiderstands, des Punkt-zu-Punkt-Widerstands und des Widerstands zu einem ableitfähigen Punkt müssen nach den in IEC 61340-2-3:2000 beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

Wenn die zu prüfende Kleidung ausreichend groß ist, werden drei Messungen des Oberflächenwiderstandes und/oder des Volumenwiderstandes an unterschiedlichen Stellen einer Probe durchgeführt. Alternativ kann eine Messung an drei unterschiedlichen Kleidungsstücken erfolgen. Die letzte Möglichkeit muss für Kleidungsstücke verwendet werden, die für drei Messpunkte zu klein ist (z. B. Handschuhe).

Die in IEC 61340-2-3:2000 festgelegten Positionen und der Abstand zwischen den Messpunkten für Messungen des Punkt-zu-Punkt-Widerstands oder des Widerstandes zu einem ableitfähigen Punkt können auf der zu prüfenden Kleidung u. U. nicht zu realisieren sein. In diesem Fall müssen die Messungen an den Stellen durchgeführt werden, die am praktischsten sind.

Punkt-zu-Punkt-Widerstandsmessungen müssen nach Möglichkeit an drei verschiedenen Stellen jedes Elements der zu prüfenden Kleidung durchgeführt werden. Eine weitere Messung muss zwischen allen angrenzenden Elementen durchgeführt werden.

Messungen des Widerstands zu einem ableitfähigen Punkt müssen zwischen jedem Element und jedem ableitfähigen Punkt durchgeführt werden. So werden z. B. auf einer Jacke, die ein linkes und ein rechtes Vorderteil, ein Rückenteil sowie zwei Ärmel mit Manschetten besitzt, die als ableitfähige Punkte identifiziert sind, insgesamt zehn Messungen durchgeführt (fünf Elemente, zwei ableitfähige Punkte).

Messungen mit den in IEC 61340-2-3:2000 beschriebenen Elektroden sind auf Textilstücken, die kleiner als 80 Millimeter in jeder Richtung sind, unpraktisch. In solchen Fällen werden die Messungen auf größeren Proben des Materials durchgeführt, aus denen die zu prüfende Kleidung besteht. Ist das nicht möglich, müssen kleinere Elektroden benutzt werden, sofern sie im Prüfbericht ausführlich beschrieben werden.

Volumenwiderstandsmessungen auf Kleidung werden normalerweise zwischen der Innen- und der Außenseite vorgenommen. Zur Durchführung in solchen Bereichen wie Ärmeln und Hosenbeinen bzw. auf Einzelteilen wie Handschuhen ist es notwendig, die Gegenelektrode innerhalb des Kleidungsstückes einzusetzen (beschrieben als Messsonde 2 in IEC 61340-2-3:2000). Wenn, wie im Beispiel der Handschuhe, die Gegenelektrode zu groß ist, um in das Kleidungsstück zu passen, ist das Kleidungsstück aufzuschneiden bzw. es sind kleinere Elektroden zu verwenden, sofern sie im Prüfbericht ausführlich beschrieben werden.

5.1.1 Umrechnung zu spezifischen Widerstandswerten

Oberflächen- und Volumenwiderstandswerte müssen mit der Formel in spezifische Oberflächenwiderstände und Volumenwiderstände umgerechnet werden, die in Abschnitt 9 von IEC 61340-2-3:2000 beschrieben ist.

ANMERKUNG Es ist üblich, den spezifischen Oberflächenwiderstand von textilen Materialien mit einer anderen Formel zu errechnen als der in 9.1 von IEC 61340-2-3:2000 beschriebenen. Ein typisches Beispiel ist EN 1149-1. Der Unterschied in den Werten, die sich aus den zwei unterschiedlichen Formeln ergeben, beträgt 3,3 % des kleineren Wertes für die in IEC 61340-2-3:2000 beschriebenen Elektroden.

5.2 Entladungszeit

5.2.1 Auswahl der passenden Entladungszeit-Prüfverfahren

Das Prinzip der Entladungszeit-Prüfung ist es, Ladung auf oder in einem Material aufzubringen oder zu erzeugen und die Geschwindigkeit zu beobachten, mit der diese Ladung abgeleitet wird. Die Prüfverfahren

variieren hauptsächlich in den Verfahren, mit denen diese Ladung aufgebracht bzw. erzeugt wird. In diesem Teil der IEC 61340 werden verschiedene Methoden beschrieben, jede mit einem unterschiedlichen Mittel zur Aufladung des Testmaterials.

Die Ladung wird nicht direkt gemessen, jedoch wird die Ableitung der Ladung durch Messen der in Verbindung stehenden Parameter bestimmt. In drei der Verfahren wird die Ableitungsrate beobachtet, indem ein Charged-Plate-Monitor (CPM) verwendet wird, um das elektrostatische Potential zu messen. In den anderen drei Verfahren wird ein E-Feldmeter verwendet, um die Änderung des elektrischen Feldes zu beobachten, die bei der Ladungsableitung entsteht.

Die Auswahl des geeignetsten Verfahrens geschieht, indem man die Beschaffenheit der zu prüfenden Kleidung betrachtet sowie die Art und Weise, in der sie bei Gebrauch aufgeladen werden kann bzw. die erforderlichen Wege, unter denen sie sich entlädt. Einige der beschriebenen Methoden sind im Allgemeinen für die meisten Anwendungen verwendbar, während andere für spezifischere Anwendungen passend sind. Beispielsweise kann die Methode der Coronaaufladung verwendet werden, um die meisten Arten von Kleidung für eine breite Auswahl von Anwendungen zu beurteilen. Die Methode der aufgeladenen Metallplatte als weiteres Beispiel ist am passendsten für die Beurteilung der Fähigkeit des Materials, Ladung von Leitern, mit denen es in Kontakt kommt, abzuleiten, wie die Ladungsableitung von Handwerkzeugen über Handschuhe.

Der Punkt, an dem die Zeitmessung begonnen und gestoppt wird, wird in einigen der in diesem Teil der IEC 61340 enthaltenen Prüfverfahren spezifiziert. Wenn keine anderen Werte, z. B. in den Produktstandards, festgelegt werden, können diese Zeitpunkte benutzt bzw. angepasst werden, um auf spezifische Anwendungen anwendbar zu sein. Der Anfangs- und der Endpunkt jeder Entladezeit-Messung, die in Übereinstimmung mit diesem Teil der IEC 61340 vorgenommen wird, ist im Prüfbericht in einem Format zu vermerken, das zur verwendeten Testmethode passt.

ANMERKUNG Obwohl die Entladezeit für unterschiedliche Prüfverfahren im selben Format dargestellt werden kann, können die Resultate möglicherweise wegen der Unterschiede in den Prüfverfahren nicht direkt vergleichbar sein.

5.2.2 Coronaaufladungsmethode

Die Fähigkeit eines Kleidungsstücks oder des Bekleidungsmaterials, auf seine Oberfläche aufgebrachte oder erzeugte Ladung abzuleiten, kann nach der Methode beurteilt werden, die in IEC 61340-2-1:2002, 4.3, Anhang A.1. beschrieben wird.

Eine alternative Methode ist in JIS L 1094:1997, 5.1 beschrieben. Diese Methode eignet sich ausschließlich zur Auswertung von Bekleidungsmaterial und kann nicht dazu verwendet werden, komplette Kleidungsstücke zu testen.

5.2.3 Aufgeladene-Metallplatten-Methode

Die Fähigkeit von Handschuhen oder Fingerlingen Ladung über den Körper des Trägers abzuleiten kann mit der in IEC 61340-2-1:2002, 4.4 und Anhang A.2 beschriebenen Methode beurteilt werden. Wenn ein Systemtest notwendig ist, d. h. die Fähigkeit von Handschuhen oder Fingerlingen festzustellen, Aufladung von bestimmten Handwerkzeugen abzuleiten, kann die in IEC 61340-2-1:2002, 4.4 und Anhang A.3 beschriebene Methode mit dem Testwerker benutzt werden, der einen Handschuh oder Fingerling auf der Hand in Verbindung mit dem Werkzeug trägt.

5.2.4 Influenzaufladungsmethode

Die Fähigkeit von Kleidung oder Bekleidungsmaterial, aufgebrachte oder erzeugte Ladung auf ihrer Oberfläche abzuleiten, kann durch die in EN 1149-3:2004, Testmethode 2 beschriebene Methode bewertet werden.

Dieses Prüfverfahren nutzt eine Elektrode, die dicht an der zu testenden Kleidung bzw. dem Material angebracht wird.

Obwohl die Ladung nicht direkt aufgebracht wird, hängt die Beweglichkeit der Ladung innerhalb der Testprobe, die durch das Feld der aufgeladenen Elektrode verursacht wird, mit der Fähigkeit der Probe,

E DIN IEC 61340-4-2 (VDE 0300-4-2):2008-07

Ladung abzuleiten, zusammen. Die Normenreihe EN 1149 ist zur Beurteilung der persönlichen Schutzkleidung zum Gebrauch in explosionsgefährdeten Umgebungen entwickelt worden. Die in EN 1149-5 festgelegten Anforderungen sind zur Bewertung von Kleidung und Bekleidungsmaterial zu verwenden, die für solche Anwendungen bestimmt sind. Das Prüfverfahren kann auch für andere Anwendungen verwendet werden, jedoch ist die Eignung für andere Leistungsanforderungen sorgfältig abzuwägen.

5.2.5 Triboelektrische Aufladung

JIS L 1094:1997, 5.4 beschreibt ein Prüfverfahren zum Messen der Entladung von Bekleidungsmaterial nach triboelektrischer Aufladung. Diese Methode ist nur zur Bewertung von Bekleidungsmaterial geeignet, nicht jedoch zum Testen vollständiger Kleidungsstücke.

5.2.6 Ladungsableitung durch Leitung über die Kleidung zum menschlichen Körper

Die Fähigkeit aller Teile eines Kleidungsstücks, Ladung über den Körper des Trägers zur Erde abzuleiten, kann mit der in NT ELEC 037:2006 beschriebenen Methode beurteilt werden. Die in NT ELEC 037:2006 für Bekleidung festgelegten Testparameter eignen sich für Bekleidung, die in elektrostatisch geschützten Bereichen (EPA) getragen werden soll. Wenn die Testverfahren genutzt werden, um Bekleidung zu beurteilen, die für andere Anwendungen bestimmt ist, muss die Relevanz der Testparameter für die spezifische Anwendung sorgfältig erwogen werden. Die Testparameter können für spezifische Anwendungen angepasst werden.

Das in NT ELEC 037:2006 beschriebene Prüfverfahren beruht auf der Aufladung, die über eine leitende Klemmplatte im direkten Kontakt mit der zu testenden Bekleidung aufgebracht wird. Die leitende Klemme kann möglicherweise keinen guten elektrischen Kontakt mit eingebetteten leitenden oder ableitenden Elementen erzielen, die in manchen Bekleidungsmaterialien verarbeitet sind. In solchen Fällen kann die in 5.2.2 beschriebene Coronaaufladungsmethode oder die in 5.2.4 beschriebene Influenzaufladungsmethode genutzt werden, um die Ableitfähigkeit der Kleidung beurteilen.

5.2.7 Oberflächenpotentialunterdrückung von isolierter Bekleidung

Das in 5.2.6 beschriebene Prüfverfahren kann dazu genutzt werden, um Bekleidung zu beurteilen, die mit mindestens einem Teil der Bekleidung in gutem elektrischen Kontakt mit der Haut des Trägers steht, entweder direkt oder über leitende bzw. ableitende Unterwäsche. Das im Anhang von NT ELEC 037:2006 beschriebene Prüfverfahren kann genutzt werden, die Fähigkeit eines Bekleidungsstücks zu beurteilen, das Oberflächenpotential zu unterdrücken, wenn Ladung über die Bekleidung verteilt wird und eine Kapazität mit dem geerdeten Körper des Trägers bildet. Dieses Prüfverfahren ist für die Beurteilung der Kleidung nützlich, die über anderer Kleidung getragen wird, die guten elektrischen Kontakt mit dem Körper des Trägers verhindert.

5.3 Messen der elektrostatischen Entladung

Das wahrscheinlich größte Risiko bei aufgeladener Kleidung liegt in der Möglichkeit einer elektrostatischen Entladung (ESD) vom Bekleidungsmaterial selbst. Solche Entladungen können empfindliche elektrische oder elektronische Bauteile bzw. Systeme beschädigen oder zerstören und können die Ursache für die Entzündung brennbarer und explosiver Stoffe sein. Ein Weg, das ESD-Risiko von aufgeladenem Bekleidungsmaterial einzuschätzen, ist es, ESD zu generieren, zu erfassen und ESD direkt zu messen.

Das in NT ELEC 036:2006 beschriebene Prüfverfahren kann genutzt werden, um ESD direkt von Kleidung und Bekleidungsmaterial zu messen. Ein Verfahren ist für das Testen von Bekleidungsmaterial beschrieben. Vollständige Kleidungsstücke können mit demselben Basisverfahren, unter Verwendung entsprechender Unterstützung für die Kleidungsstücke, getestet werden. Alternativ lassen sich die Messungen an der Kleidung durchführen, während sie getragen wird.

Die in 6.9, NT ELEC 036:2006 festgelegten Annahme- und Ablehnungskriterien sind nur für Kleidungsstücke anwendbar, die für den Gebrauch in EPA bestimmt sind, in dem die Bauteile oder Systeme eine Empfindlichkeit gegen Beschädigung durch ESD von größer oder gleich 100 V Human Body Model (HBM) haben. Für andere Anwendungen müssen die Annahme- und Ablehnungskriterien neu bewertet werden.

5.4 Feldunterdrückung

Eine Eigenschaft der Kleidung, die Elektrostatik kontrolliert, die für einige Anwendungen gefordert wird, ist die Fähigkeit, das elektrostatische Nettofeld von aufgeladener Unterkleidung abzuschwächen. Die in EN 1149-3:2004 beschriebene Testmethode 2 kann genutzt werden, um die Feldunterdrückungseigenschaften von Kleidung und Bekleidungsmaterialien zu bewerten.

ANMERKUNG EN 1149-3:2004, Testmethode 2 ist nur für die Unterdrückung eines elektrischen Feldes, das mit einer elektrostatischen Ladung im Zusammenhang steht, geeignet. Die Methode bezieht sich nicht auf andere elektromagnetische Erscheinungen, wie z. B. elektromagnetische Störungen, die durch ESD hervorgerufen werden.

5.5 Prüfverfahren triboelektrischer Aufladung

5.5.1 Allgemeines

Triboelektrische Aufladung ist eine nützliche Technik, Ladung auf der Oberfläche von Kleidung und Bekleidungsmaterial zu erzeugen als Vorbereitung für Entladungszeitmessungen. Es eignet sich auch als eigenständiges Prüfverfahren, um die Neigung von Bekleidung und Bekleidungsmaterial festzustellen, sich bei Kontakt und bei Reibung mit anderen Materialien aufzuladen. Selbst wenn Materialien antistatische Eigenschaften besitzen, können sie eine Ladung über einen erheblichen Zeitraum behalten, die mit einer oder mehreren der in 5.5 beschriebenen Methoden gemessen werden kann.

5.5.2 Triboelektrische Aufladung von Bekleidungsmaterial

JIS L 1094:1997 beschreibt zwei Methoden, die genutzt werden können, um die Neigung von Bekleidungsmaterial sich aufzuladen, zu beurteilen. In 5.2 ist ein mechanisches Gerät beschrieben, auf dem Proben gegen ein reibendes Tuch gedreht werden. Das dabei entstehende elektrostatische Potential auf der Probe wird aufgezeichnet. In 5.3 ist die Methode zur Messung der erzeugten Ladung auf der Probe nach dem Reiben in einer vorgeschriebenen Weise beschrieben.

5.5.3 Triboelektrische Aufladung durch Ablegen der Bekleidung

Die Neigung von Kleidung und vollständigen Bekleidungskombinationen, sich bei Kontakt und bei Reibung mit anderen Materialien aufzuladen, kann mit der in Anhang A oder mit der in Anhang C2 beschriebenen Methode beurteilt werden.

Obwohl das Ablegen von Bekleidung normalerweise in EPA in explosionsgefährdeten Bereichen verboten ist, beschreiben die Prüfverfahren in Anhang A und Anhang C2 ein relativ einfaches, aber kontrolliertes triboelektrisches Aufladungsverfahren für Kleidung und Bekleidungskombinationen.

5.5.4 Triboelektrische Aufladung der äußeren Oberfläche von Kleidung

Die Neigung von Kleidung und vollständigen Bekleidungskombinationen, sich bei Kontakt und bei Reibung mit anderen Materialien aufzuladen, kann mit der in Anhang C3 beschriebenen Methode festgestellt werden.

5.5.5 Triboelektrische Aufladung beim Benutzen von Sitzflächen

Die Neigung von Kleidung und vollständigen Bekleidungskombinationen, sich bei Kontakt und bei Reibung mit anderen Materialien aufzuladen, kann mit der in Anhang B beschriebenen Methode festgestellt werden.

Die in Anhang B beschriebene Testmethode kann alternativ zu der in Anhang A beschriebenen zur Feststellung der allgemeinen triboelektrischen Aufladung verwendet werden. Sie kann auch genutzt werden, um triboelektrische Aufladung in bestimmten Anwendungen, in denen Personal und Sitzflächen involviert sind (z. B. Autositze, Gabelstaplersitze, Arbeitsplatzstühle etc.) zu bewerten.

5.6 Anhaftungstests

Die Neigung leichter Bekleidungsmaterialien, sich durch triboelektrische Aufladung aufzuladen sowie die Fähigkeit der Materialien, die Aufladung per Oberflächenableitung zu verlieren, können mit einem Anhaftungsprüfverfahren ausgewertet werden, wie dem in JIS L 1094:1997 (Informativer Hinweis) beschriebenen oder dem AATCC-Prüfverfahren 115:2005.

Das Prinzip des Anhaftungsprüfverfahrens ist es, eine aufgeladene Probe am oberen Rand einer geerdeten winkligen Metallplatte aufzuhängen. Wenn die Probe sich nach triboelektrischer Aufladung ausreichend aufgeladen hat, wird sie der Metallplatte anhaften. Weil Ladung von der Probe durch die geerdete Metallplatte abgeleitet wird, kommt der Moment, wo die Ladung nicht mehr genügt, dass die Probe anhaftet und sie dann frei hängt. Ein Maß für die Fähigkeit des Testmaterials, Ladung abzuleiten, kann man durch Aufzeichnung der Zeit erhalten, die die Probe benötigt hat, um nicht mehr anzuhängen.

Anhaftungstests könnten nicht zur Beurteilung schwerer Bekleidungsmaterialien geeignet sein, da deren Gewicht, auch wenn sie stark aufgeladen sind, größer sein könnte als die elektrostatische Kraft und sie deshalb nicht anhaften würden.

5.7 Aufladung von Kapazität

Das Potential, das sich auf Oberflächen bildet, wenn diese Kontakt oder Reibung mit anderen Oberflächen haben, kann über die Bestimmung der Aufladung der Kapazität ermittelt werden. Die Grundlage der Methode ist:

- a) Die meisten Gefahren durch elektrostatische Ladung auf Materialien, beziehen sich direkt auf das lokal generierte Oberflächenpotential. Das Oberflächenpotential gibt die Möglichkeit zu direkten Luftentladungen (für Potentiale über ca. 300 V), die Möglichkeit für Influenzaufladung auf nahe Bauelemente (mit dem Risiko einer Charge-Device-Model-Typ-Beschädigung) und der Möglichkeit zur Anziehung von Schwebstoffen.
- b) Es gibt einen direkten Zusammenhang zwischen dem Oberflächenpotential bei der realen Trennung von Oberflächen nach Kontakt bzw. Reibung sowie den Entladungszeiten und der Kapazitätsaufladung, die die Materialien zeigen. Oberflächenpotentiale werden auf niedrige Werte begrenzt, wenn die Zeit für den Abbau der Oberflächenpotentiale sehr kurz ist und/oder wenn die nachgewiesene Kapazität durch Oberflächenladung sehr hoch ist.
- c) Das Verhalten von Materialien in praktischen Situationen mit triboelektrischer Aufladung wird gut durch Messungen auf Probeflächen des Materials mit Coronaaufladung dargestellt.

Messungen und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Aufladung von Kapazität sind in Anhang D beschrieben.

Anhang A (normativ)

Triboelektrische Aufladung beim Ablegen von Kleidung

A.1 Ausrüstung

A.1.1 Elektrostatisches Voltmeter

Elektrostatisches Voltmeter mit einem Eingangswiderstand nicht kleiner als $10^{13} \Omega$ und einer Eingangskapazität, inklusive Anschlusskabel, von nicht größer als 20 pF.

A.1.2 Aufzeichnungsgeräte

Ein Mittel zum Aufzeichnen des Körperpotentials als Funktion der Zeit durch Anschluss an ein elektrostatisches Voltmeter. Ein Datenschreiber oder ein Datenlogger, der an den PC angeschlossen wird, ist ein geeignetes Aufnahmegerät. Die Antwortzeit der Aufnahmevorrichtung darf nicht größer als eine Zehntelsekunde sein.

A.1.3 Faradayscher Becher

Ein Faradayscher Becher (BS 7506-1:1995, 9.4) mit für die Testkleidung passender Größe und ein Elektrometer oder eine Kapazitäts-/Voltmeter-Kombination zum Messen der Aufladung.

A.1.4 Metallgrundplatte

Solide Metallplatte in passender Größe, so dass eine Person bequem mit beiden Füßen komplett auf der Platte stehen kann.

A.1.5 Isolierende Unterstützung

Isolierende Unterlage für die Metallplatte, um sicherzustellen, dass der Widerstand zur Erde von der Metallplatte größer als $10^{13} \Omega$ ist.

A.1.6 Referenzkleidung

Kleidungsstücke, die unter oder über der Testkleidung getragen und für besondere Testzwecke dieses Teils der IEC 61340 aufbewahrt werden. Referenzkleidung muss regelmäßig gewaschen werden, um sicherzustellen, dass sie frei von Verschmutzungen ist, die ihre Aufladungsneigung beeinflussen könnten. Referenzkleidung muss alle Körperbereiche unter der zu testenden Kleidung abdecken. Beispiele für Referenzkleidung sind einteilige Schutzanzüge (oder Kesselkleidung), Laborkittel und -hosen. Es muss Referenzkleidung aus wenigstens zwei verschiedenen Materialien genutzt werden. Nylon, Baumwolle, Wolle, Acryl und Polyester sind geeignete Referenzkleidungsmaterialien.

A.1.7 Statikneutralisator

Ein geeignetes Mittel zur Neutralisation restlicher statischer Ladung auf Testkleidung und Referenzkleidung vor dem Testen.

A.1.8 Kapazitätsmeter (optional)

Kapazitätsmeter, geeignet um Kapazität zwischen 50 pF und 500 pF zu messen.

A.2 Testablauf

A.2.1 Vorbereitung

Restliche Ladung auf Referenzkleidung, Unterwäsche und Testkleidung muss vor den Messungen neutralisiert werden.

ANMERKUNG Die Beschreibung des Testablaufs enthält Referenzkleidung und Unterkleidung, jedoch können die Hinweise zu ihnen vernachlässigt werden, wenn sie nicht für besondere Testzwecke benötigt werden.

A.2.2 Testen von Oberbekleidung

Die Testperson zieht erst die Referenzkleidung und dann die zu testende Kleidung an. Während dieser Aktionen kann etwas Ladung entstehen. Jede Nettoladung muss so weit wie möglich neutralisiert werden.

Die Testperson steht mit nackten Füßen auf der Metallplatte und ist augenblicklich geerdet, um Restladung zu entfernen. Der Faradaysche Becher muss ebenfalls sofort geerdet werden, um Restladung zu entfernen.

Die Testperson zieht die Testkleidung aus und legt sie in den Faradayschen Becher, sorgfältig darauf bedacht, dass die Kleidung nicht die Außenseite des Bechers berührt.

Messungen des Körperpotentials und die Ladung auf der abgelegten Kleidung werden aufgezeichnet bzw. notiert.

Der Testablauf wird neunmal wiederholt (insgesamt zehn Messungen), wobei darauf geachtet werden muss, Restladung der Kleidung und der Testperson zwischen jeder Messung zu neutralisieren.

Der Testablauf ist für jede Kombination von Test- sowie Referenzkleidung zu wiederholen.

A.2.3 Testen der Unterkleidung

Die Testperson zieht erst die Testkleidung und dann die Referenzkleidung an. Während dieser Aktionen kann etwas Ladung entstehen. Jede Nettoladung muss so weit wie möglich neutralisiert werden.

Die Testperson steht mit nackten Füßen auf der Metallplatte und ist augenblicklich geerdet, um Restladung abzuleiten. Der Faradaysche Becher muss ebenfalls sofort geerdet werden, um Restladung abzuleiten.

Die Testperson zieht die Referenzkleidung aus und legt sie in den Faradayschen Becher, sorgfältig darauf bedacht, dass die Kleidung nicht die Außenseite des Bechers berührt.

Messungen des Körperpotentials und der Ladung auf der abgelegten Kleidung werden aufgezeichnet bzw. notiert.

Die Referenzkleidung wird aus dem Faradayschen Becher entfernt, der dann augenblicklich geerdet ist.

Die Testperson zieht die Testkleidung aus und legt sie in den Faradayschen Becher, sorgfältig darauf bedacht, dass die Kleidung nicht die Außenseite des Bechers berührt.

Messungen des Körperpotentials und der Ladung auf der abgelegten Kleidung werden nochmals aufgezeichnet bzw. notiert.

Der Testablauf wird neunmal wiederholt (insgesamt zehn Messungen), wobei darauf geachtet werden muss, Restladung der Kleidung und der Testperson zwischen jeder Messung zu neutralisieren.

Der Testablauf ist für jede Kombination von Test- sowie Referenzkleidung zu wiederholen.

A.3 Berechnung und Darstellung von Resultaten

Von jeder elektrostatischen Voltmeteraufzeichnung wird die Körperpotentialspitze für jede Kombination der geprüften Kleidung festgestellt.

Zu Referenzprüfzwecken kann es wünschenswert sein, das gemessene Körperpotential auf einen allgemeinen Bezugspunkt zu korrigieren. In diesem Fall muss die Korrektur auf eine Standardkapazität von 150 pF erfolgen.

Die Korrektur wird nach der folgenden Formel erstellt:

$$U_{150} = \frac{U_m \times C}{150}$$

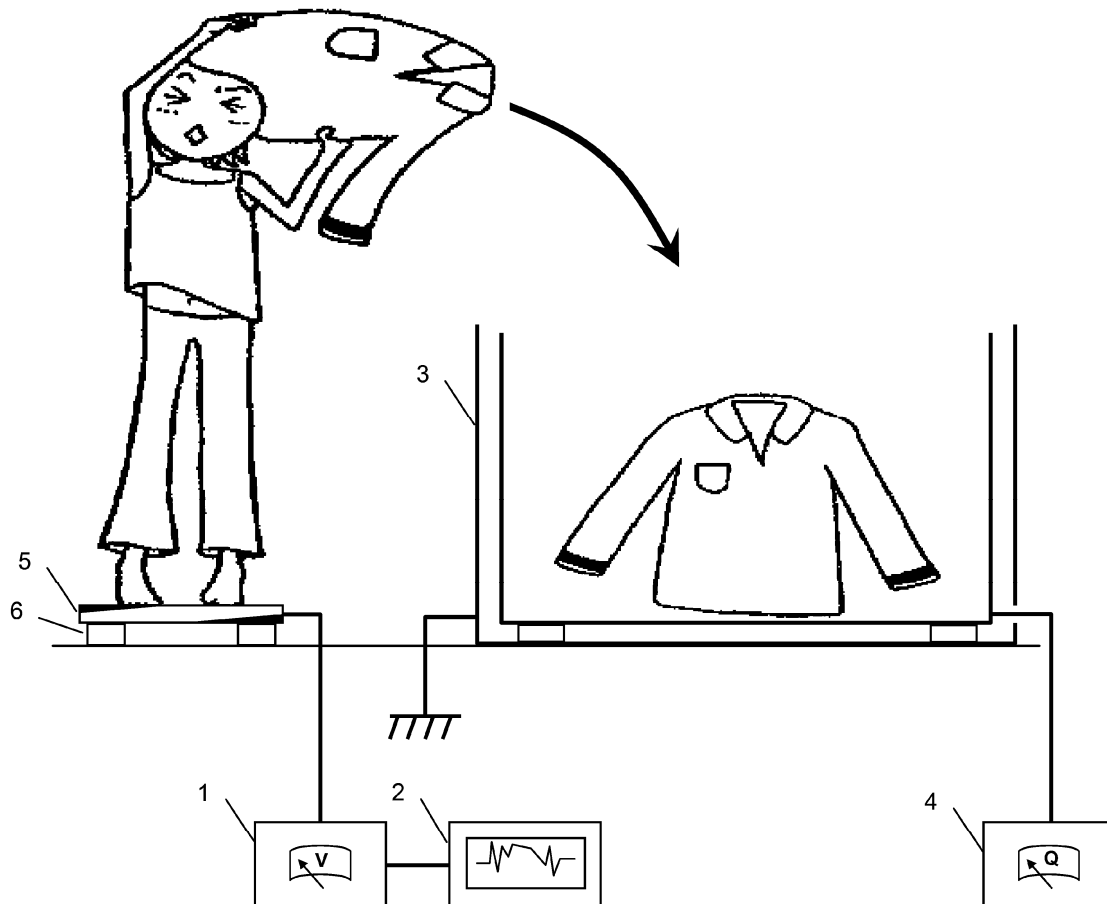
U_{150} ist das korrigierte Körperpotential, U_m ist das gemessene Körperpotential und C ist die Kapazität des Bedieners und des elektrostatischen Voltmeters. C wird mit einem Kapazitätsmeter gemessen, während der Bediener auf der Metallplatte steht.

Für jede Kombination der getesteten Kleidung wird der Mittelwert aus den zehn Messungen der höchsten Körperpotentiale und der Mittelwert aus der Ladung der abgelegten Kleidung gebildet.

A.4 Bericht

Der Prüfbericht muss wenigstens die folgenden Informationen enthalten:

- f) Verweis auf diesen Teil der IEC 61340;
- g) Testdatum;
- h) Bedingungen für die Vorbehandlung und die Prüfung;
- i) Kennzeichnung der Testkleidung;
- j) Kennzeichnung der Referenzkleidung (falls benutzt);
- k) für jede Kombination der getesteten Kleidung den Mittelwert der höchsten gemessenen Körperpotentiale und den Mittelwert der gemessenen Ladungen auf der abgelegten Kleidung;
- l) eine Angabe darüber, ob die angegebenen Körperspannungen die tatsächlich gemessenen Werte sind oder aber Werte, die an 150 pF korrigiert wurden;
- m) jede Abweichung vom vorgeschriebenen Prüfverfahren.



Legende

- 1 Elektrostatisches Voltmeter
- 2 Aufzeichnungsgerät
- 3 Faradayscher Becher
- 4 Ladungsmessgerät
- 5 Metallplatte
- 6 Isolationsunterlage

Bild A.1 – Testaufbau zum Messen des Körperpotentials und der Ladung auf abgelegter Kleidung

Anhang B (normativ)

Triboelektrische Aufladung von Sitzflächen

B.1 Ausrüstung

B.1.1 Elektrostatisches Voltmeter

Elektrostatisches Voltmeter mit einem Eingangswiderstand nicht kleiner als $10^{13} \Omega$ und einer Eingangskapazität, inklusive Anschlusskabel, von nicht größer als 20 pF.

B.1.2 Aufzeichnungsgeräte

Ein Mittel zum Aufzeichnen des Körperpotentials als Funktion der Zeit durch Anschluss an ein elektrostatisches Voltmeter. Ein Datenschreiber oder ein Datenlogger, die an den PC angeschlossen werden, sind geeignete Aufnahmegeräte. Die Antwortzeit der Aufnahmevorrichtung darf nicht größer als eine Zehntelsekunde sein.

B.1.3 Sitzgelegenheiten

Für allgemeine Testzwecke kann jeder geeignete Sitz verwendet werden. Die Konstruktion des Sitzes muss so sein, dass sie einen möglichst großen Kontaktbereich mit der sitzenden Person bietet. Metallrahmenstühle sind sinnvoll, wenn verschiedene Widerstand-zu-Erde-Systeme gefragt sind. Für die Testkleidung, die in bestimmten Anwendungen mit Sitzen getragen wird, ist ein Sitz, der üblicherweise benutzt wird, auszuwählen.

B.1.4 Sitzbezüge (optional)

Sitzbezüge werden für die spezifischen Prüfzwecke dieses Teils der IEC 61340 vorgehalten. Sitzbezüge müssen regelmäßig gewaschen werden, um Verunreinigungen, die ihre Aufladungsneigung beeinflussen könnten, zu entfernen. Sitzbezüge müssen den gesamten Sitzbereich und die Rückenlehne abdecken. Es müssen Sitzbezüge aus mindestens zwei verschiedenen Materialien benutzt werden. Nylon, Leder und Polyester sind geeignete Materialien für Sitzbezüge.

B.1.5 Sitzauflagenrahmen oder Plattform (optional)

Für die spezifischen Prüfzwecke muss die Form des Sitzes während des Testes so weit wie möglich der Form des Sitzes in der Endanwendung entsprechen. Ein Rahmen oder eine Plattform können notwendig sein, um die korrekte Form zu erreichen.

ANMERKUNG Die Form des Sitzes ist ein wichtiger Aspekt, um die Endnutzung während des Tests zu simulieren. Der Kontaktbereich, der Druck und die Frequenz sowie die Richtung relevanter Bewegung sind alles wichtige Faktoren, die die triboelektrische Aufladung beeinflussen und hängen von der Form des Sitzes ab.

B.1.6 Isolationsmaterial für Sitze (optional)

Das Isolationsmaterial für den Sitz muss einen Ableitwiderstand gegen Erde größer als $10^{13} \Omega$ besitzen. Das Isolationsmaterial kann die Form einer Platte, einzelner Lager für jedes Stuhlbein oder eine andere Form, die zum Sitz passt, besitzen bzw. ein Rahmen oder eine Plattform sein.

B.1.7 Isolationsgrundplatte (optional)

Eine Isolationsgrundplatte passender Größe, auf der eine Person bequem komplett mit beiden Füßen stehen kann, und mit einem Ableitwiderstand gegen Erde größer als $10^{13} \Omega$.

B.1.8 Metallgrundplatte (optional)

Eine solide Metallplatte passender Größe, auf der eine Person bequem komplett mit beiden Füßen stehen kann.

B.1.9 Isolierende Unterlage (optional)

Isolierende Unterlage, um sicherzustellen, dass der Widerstand zur Erde von der Metallplatte größer ist als $10^{13} \Omega$.

B.1.10 Widerstände (optional)

Einzelwiderstände geeignet für mindestens 20 kV.

ANMERKUNG Widerstandswerte zwischen $10^7 \Omega$ und $10^{12} \Omega$ werden empfohlen.

B.1.11 Statikneutralisator

Ein geeignetes Mittel zur Neutralisation statischer Restladung auf Testkleidung und Sitzen vor dem Test.

B.1.12 Kapazitätsmeter (optional)

Kapazitätsmeter mit einem Messbereich von 50 pF bis 500 pF.

B.2 Testablauf

B.2.1 Vorbereitung

Restladung auf Sitzen oder Sitzbezügen sowie Testkleidung muss vor den Messungen neutralisiert werden.

Ein Beispiel einer Testanordnung wird in Bild B.1 gezeigt. In diesem Beispiel wird der Sitz auf einem Rahmen dargestellt, der von Erde isoliert ist. Wenn der Rahmen aus Metall ist, kann der Widerstand vom Sitz zur Erde über die Verbindung des Rahmens zur Erde durch verschiedene Widerstände variiert werden oder, wie gezeigt, isoliert bleiben. Wahlweise können der Sitz oder der Sitz mit Rahmen direkt auf einer Fußbodenoberfläche platziert werden, die der Fläche in der Endnutzung entspricht.

Bild B.1 zeigt die Testperson auf einer Metallplatte stehend, die zur Erde über einen Widerstand verbunden ist. Eine alternative Anordnung mit einer zur Erde isolierten Metallplatte oder einer isolierten Grundplatte kann ebenso verwendet werden. Eine weitere Alternative ergibt sich, wenn die Testperson isoliertes Schuhwerk trägt und direkt auf einer der Endnutzung entsprechenden Fußbodenoberfläche steht.

Wenn eine isolierte Grundplatte oder isoliertes Schuhwerk benutzt wird, muss darauf geachtet werden, keine Ladung durch Fußbewegungen der Testperson zu erzeugen. Die Benutzung einer Metallplatte mit einer Testperson, die nur dünne Baumwollstrümpfe trägt bzw. gar keine Fußbekleidung, minimiert derartige Ladungserzeugung.

B.2.2 Messung des Körperpotentials

Die Testperson sitzt auf dem Sitz, ergreift die Eingangskabel des Elektrostatik-Voltmeters und wird kurzzeitig geerdet, um Restladung zu beseitigen.

Während der Kontakt mit dem Elektrostatik-Voltmtereingang beibehalten wird, bewegt sich die Testperson im Sitz (d. h. sie reibt ihren Rücken und die Unterseite gegen den Sitz) und steht dann auf der Grundplatte auf.

Messungen des Körperpotentials werden aufgezeichnet bzw. notiert.

Der Testablauf wird neunmal wiederholt (insgesamt zehn Messungen), wobei darauf geachtet werden muss, Restaufladung des Sitzes oder des Sitzbezuges, der Testkleidung und der Testperson zwischen jeder Messung zu neutralisieren.

Der Testablauf ist für jede Kombination von Testkleidung und Sitz bzw. Sitzbezug zu wiederholen.

B.3 Berechnung und Darstellung von Resultaten

Von jeder Elektrostatik-Voltmeteraufnahme wird die höchste Körperspannung für jede Kombination von Kleidung und Sitz bzw. Sitzbezug festgestellt.

ANMERKUNG Wenn die Testperson während des Aufstehens beide Füße geschlossen hält, erreicht das Körperpotential normalerweise einen Maximalwert und bleibt auf diesem Wert (vorausgesetzt, dass die Ladung nicht über Erde abgeleitet wird). Wenn die Testperson jedoch zuerst mit einem Bein aufsteht, gefolgt vom anderen (z. B. beim Aufstehen von einem Autositz), steigt das Körperpotential zu einer vorübergehenden Spitze und fällt dann auf einen niedrigeren Wert. Typische Körperpotentialaufzeichnungen werden in Bild B.2 gezeigt.

Zu Referenzprüfzwecken kann es wünschenswert sein, die gemessene Körperspannung auf einen allgemeinen Bezugspunkt zu korrigieren. In diesem Fall muss die Korrektur auf eine Standardkapazität von 150 pF erfolgen.

Die Korrektur wird nach der folgenden Formel erstellt:

$$U_{150} = \frac{U_m \times C}{150}$$

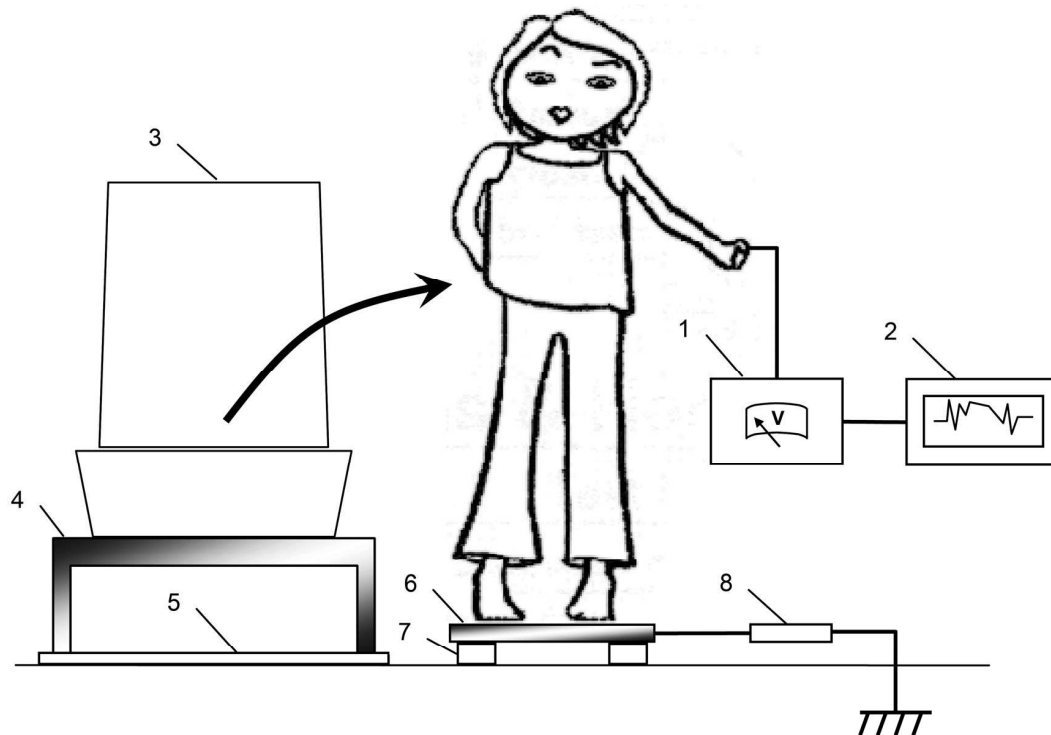
U_{150} ist die korrigierte Körperspannung, U_m ist die gemessene Körperspannung und C ist die Kapazität des Bedieners und des elektrostatistischen Voltmeters. C wird mit einem Kapazitätsmeter gemessen, während der Bediener auf einer Metallplatte steht.

Für jede Kombination der getesteten Kleidung wird der Durchschnitt aus den zehn Messungen der höchsten Körperspannungen und der Durchschnitt aus der Aufladung auf der abgelegten Kleidung gebildet.

B.4 Bericht

Der Prüfbericht muss wenigstens die folgenden Informationen enthalten:

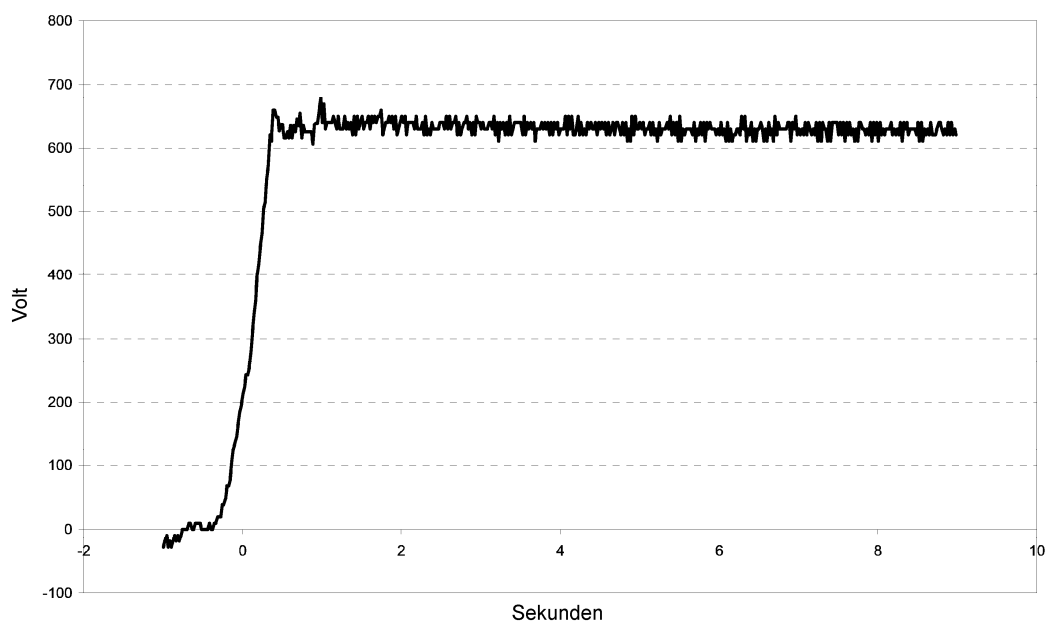
- a) Verweis auf diesen Teil der IEC 61340;
- b) Testdatum;
- c) Atmosphäre für die Konditionierung und die Prüfung;
- d) Kennzeichnung der Testkleidung;
- e) Kennzeichnung der Sitze bzw. Sitzbezüge (falls benutzt);
- f) für jede Kombination von Kleidung und Sitz bzw. Sitzbezug die höchste gemessene Körperspannung;
- g) eine Angabe darüber, ob die angegebenen Körperspannungen die tatsächlich gemessenen Werte sind oder aber Werte, die an 150 pF ausgerichtet wurden;
- h) jede Abweichung vom vorgeschriebenen Testverfahren.



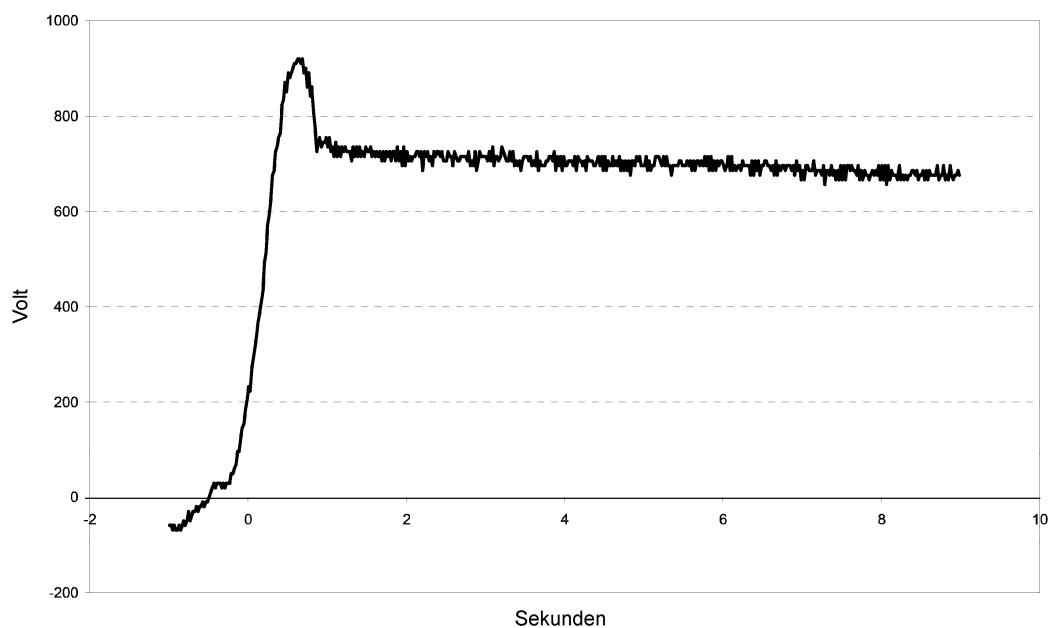
Legende

- 1 Elektrostatik-Voltmeter
- 2 Aufzeichnungsgerät
- 3 Sitz
- 4 Sitzrahmen
- 5 Isolationsmaterial
- 6 Metallgrundplatte
- 7 Isolationsunterlage
- 8 Hochspannungswiderstand

Bild B.1 – Beispiel für Testausrüstung zur Messung des Körperpotentials beim Aufstehen von einem Sitz



a) Körperpotential, gemessen beim Aufstehen von einem Sitz mit geschlossenen Füßen



b) Körperpotential, gemessen beim Aufstehen mit nur einem Fuß

Bild B.2 – Typische Körperpotentialaufzeichnung

Anhang C (normativ)

Test der Aufladbarkeit

C.1 Allgemeines

Das Ziel des Aufladbarkeitstestes ist es, abzuschätzen, ob eine elektrostatische Ladung auf dem menschlichen Körper und seiner Kleidung bei der Nutzung von Schutzkleidung unter den die Realität simulierenden Bedingungen auftreten und ob die Ladung ein gefährliches Niveau erreichen kann.

Adäquate Tests müssen an den dargestellten Prüfständen unter den geforderten Klimabedingungen durchgeführt werden (siehe Abschnitt 4). Die Teile der Kleidung, die getestet werden sollen, drei Stück von jedem, müssen zuerst unter den gleichen Bedingungen vorbehandelt werden.

C.2 Aufladungstest beim Ausziehen der Kleidung

Beim Ablegen von Kleidung werden der menschliche Körper und die Kleidung normalerweise intensiv aufgeladen.

C.2.1 Prüfstände

C.2.1.1 Prüfstand mit einer Testpuppe

Ein grundlegendes Element des Prüfstands ist eine Testpuppe, die dem menschlichen Rumpf ohne Arme entspricht. Der Testpuppenkörper ist aus trockenem imprägniertem Holz oder aus anderem Material mit ähnlichem spezifischen Widerstand. Der Körper wird auf eine Grundplatte gesetzt, die mit einem Isolationswiderstand gegen Erde nicht kleiner als $10^{14} \Omega$ isoliert wird. Die Puppe muss in einer Pendelposition fixiert werden, damit sie horizontal oder vertikal gesetzt werden kann, abhängig von der durchzuführenden Art des Tests.

Die Puppengröße wird in Bild C.1 gezeigt.

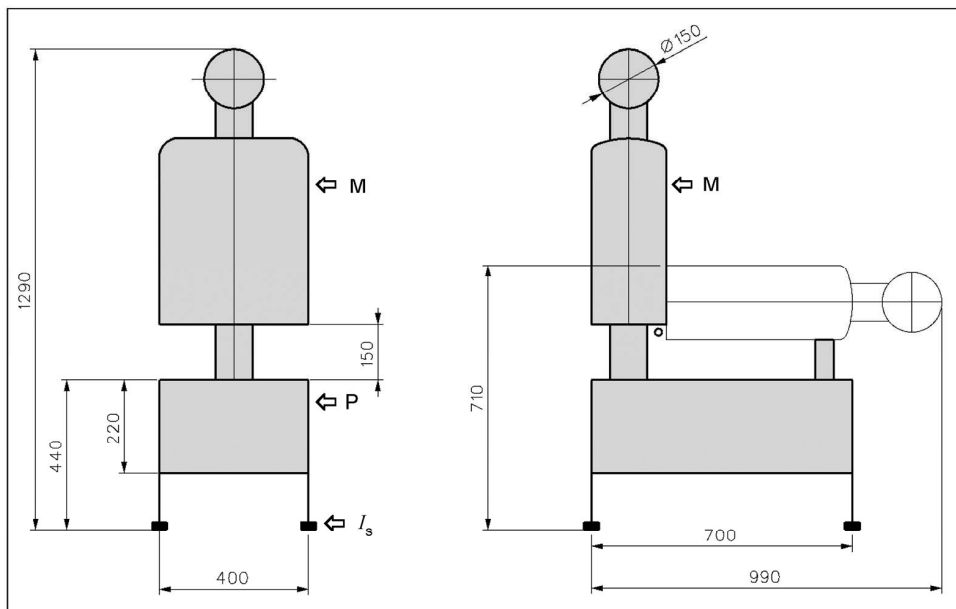


Bild C.1 – Darstellung des Prüfstands mit einer Testpuppe

M – Testpuppe (Dummy), P – Grundplatte, I_s – Isolation mit Widerstand $> 10^{14} \Omega$.

ANMERKUNG Die Toleranz der angegebenen Maße beträgt ± 20 mm.

Die Testpuppe muss zusammen mit ihrem Kopf mit dem Tuch (Textil- oder Maschengewebe) mit einem spezifischen Volumenwiderstand zwischen $\rho_V = 10^2 \Omega \cdot m - 10^3 \Omega \cdot m$ bzw. einem spezifischen Oberflächenwiderstand zwischen $\rho_S = 10^4 \Omega - 10^5 \Omega$ bedeckt werden.

Diese Bedeckung (Drapierung) sollte mit zwei Klemmanschlüssen, die mit dem Eingangsanschluss eines Elektrostatis-Voltmeters verbunden werden können und – durch einen speziellen Widerstand – mit einer Erdung ausgerüstet werden. Die Anschlüsse können an besonders geformte Anhänge der Umhüllung platziert werden. Eine Perücke aus natürlichem, 5–10 cm langem Haar wird auf den Puppenkopf gesetzt. Es ist notwendig, sich am Puppenkopf zu vergewissern, dass die Perücke leicht auf- und abgesetzt werden kann.

Bild C.2 stellt eine schematische Darstellung eines zur Prüfung der Elektrisierung vorgesehenen Systems dar, die während des Ablegens der Kleidung auftritt. Das System erlaubt es, die Höhe der Aufladung des menschlichen Körpers zu messen, wenn die Person durch eine äquivalente Testpuppe ersetzt wurde, und gleichzeitig das Ladungsniveau der ausgezogenen Kleidung durch die Methode des Faradayschen Käfigs zu messen. Bild C.3 zeigt ein geeignetes System, bei der die Ladung der Einzelteile, die abgelegt wurden, durch Verwendung der „Non-Kontakt-Methode“ unter Einsatz eines E-Feldmeters bzw. eines Messgerätes für Oberflächenladungspotential gemessen wird.

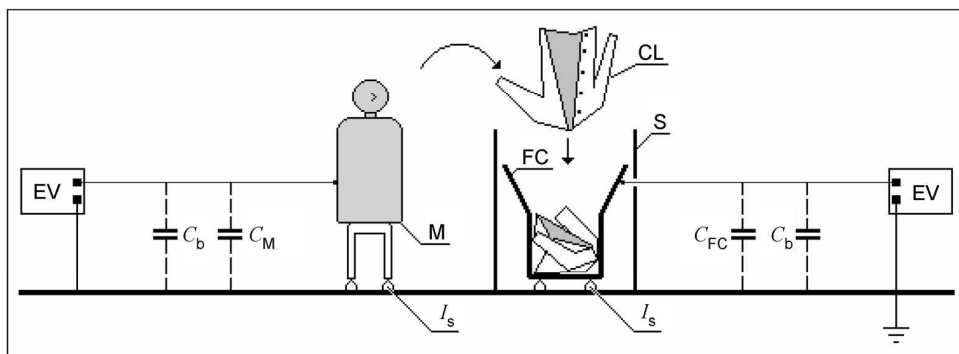


Bild C.2 – Schema eines Messsystems zur Einschätzung der Gesamtaufladung Q , die auf dem Teil der von der Testpuppe entfernten Kleidung auftritt, (Messung mit dem Faradayschen Käfig) und des Aufladungspotentials U_{HB} auf dem Testpuppenrumpf, nachdem das Kleidungsstück entfernt worden ist (Direktkontaktmessung)

M – Testpuppe, CL – entferntes Kleidungsstück, FC – Faradayscher Käfig (zylindrisches Behältnis 50 dm^3), S – geerdete Abschirmung, EV – Elektrostatis-Voltmeter, I_s – Isolierung mit einem Widerstand $> 10^{14} \Omega$, C_M – Testpuppenkapazität $100 \text{ pF} - 200 \text{ pF}$, C_{FC} – Kapazität des Faradayschen Käfigs, C_b – Kapazität der Messvorrichtung und -verbindung (gebundenes System).

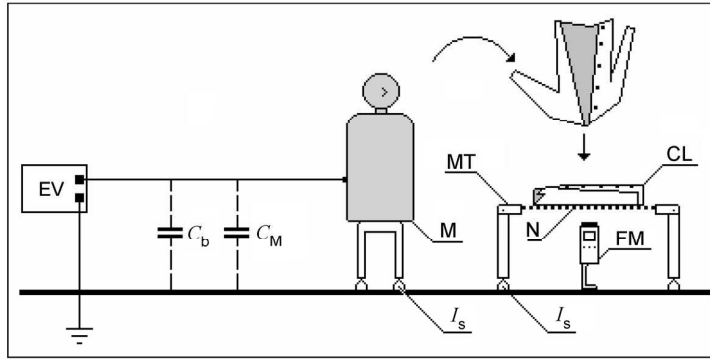


Bild C.3 – Schema eines Messsystems zur Einschätzung des Aufladungspotentials U_S auf der Materialoberfläche des von der Testpuppe entfernten Kleidungsteils (Abstandsmessung) und des Aufladungspotentials U_{HB} auf dem Testpuppenrumpf, nachdem das Kleidungsteil entfernt worden ist (Direktkontaktmessung)

M – Testpuppe, CL – entferntes Kleidungsteil, MT – Messtisch, N – Polyamidnetz, I_s – Isolierung mit einem Widerstand $> 10^{14} \Omega$, EV – Elektrostatik-Voltmeter, FM – E-Feld-/Potentialmeter, C_M – Testpuppenkapazität 100 pF – 200 pF, C_b – Kapazität der Messvorrichtung und -verbindung (gebundenes System).

Bild C.4 stellt die Maße einer Tischplatte dar, auf die der Rahmen mit dem ausgedehnten Netz gesetzt ist.

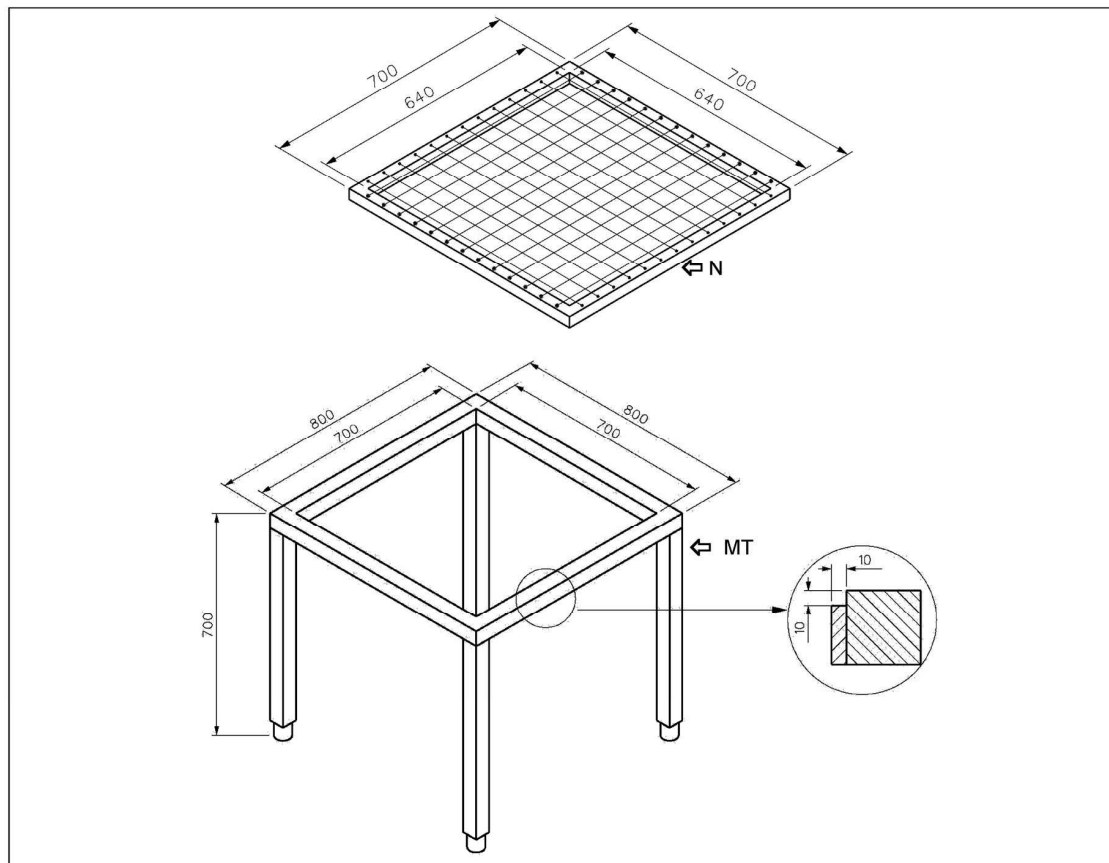


Bild C.4 – Tisch zum Messen des Aufladungsniveaus der entfernten Kleidung

MT – Messtisch, N – Polyamidnetz mit einem Rahmen, der die Tischplatte bildet.

ANMERKUNG Ein Netz aus Polyamid (z. B. Angelsehne) oder anderem Material mit ähnlichen elektrischen Eigenschaften ist erforderlich, um eine Maschengröße von 30 – 50 mm zu erhalten.

C.2.1.2 Der Prüfstand mit der Testperson

In diesem Fall ist der Prüfstand zu dem in C.2.1.1 beschriebenen analog, allerdings wird die Testpuppe durch eine Testperson ersetzt, wie Bild C.5 zeigt.

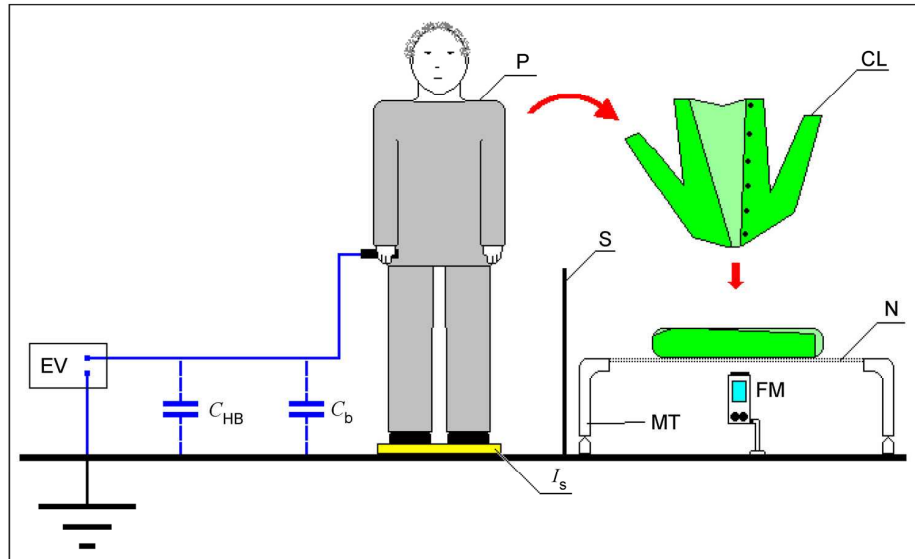


Bild C.5 – Schema eines Messsystems zur Einschätzung des Ladungspotentials U_S auf der Materialoberfläche des von der Testperson abgelegten Kleidungsstücks (Abstandsmessung) und des Ladungspotentials U_{HB} auf dem menschlichen Körper, nachdem das Kleidungsstück abgelegt worden ist (Direktkontaktmessung)

P – Testperson, CL – abgelegtes Kleidungsstück, MT – Messtisch, N – Polyamidnetz, I_S – Isolierung mit einem Widerstand $> 10^{14} \Omega$, EV – Elektrostatik-Voltmeter, FM – Feld-/Potentialmeter, C_M – Testpuppenkapazität 100 pF – 200 pF, C_b – Kapazität der Messvorrichtung und -verbindung (gebundenes System).

C.2.2 Messung des Ladungspotentials am Testpuppenrumpf oder am menschlichen Körper

Es sind drei Teile gleicher Art (Typ) von Kleidung in Übereinstimmung mit Abschnitt 4 vorzubereiten.

Die klimatischen Bedingungen im Raum müssen überprüft werden. Sie sollen den Anforderungen aus Abschnitt 4 entsprechen.

Typische Messgeräte einsetzend, wird die Kapazität C_M gemessen, die durch die leitende Umhüllung der Testpuppe in Beziehung zum Boden verursacht wird, mit dem Messanschluss auf der Oberfläche der Testpuppe. Diese Kapazität sollte zwischen 100 pF und 200 pF liegen. Wenn diese Anforderung nicht erfüllt wird, muss die Kapazität C_M durch das Anschließen eines zusätzlichen Kondensators in Parallel- oder Reihenschaltung korrigiert werden.

Platzieren Sie das geprüfte Kleidungsstück auf der Testpuppe oder der Testperson.

ANMERKUNG Wenn das Testkleidungsstück ein Unterwäschestück ist, ein T-Shirt oder ein Hemd (ohne ein Unterhemd getragen), muss es direkt auf die in der Standardweise abgedeckte Testpuppe oder auf den Körper der Testperson platziert werden. Wenn es jedoch ein Stück Oberbekleidung ist, wird die Testpuppe (-person) zuerst in die darunter getragene Kleidungsstücke gekleidet (z. B. ein Flanellhemd).

E DIN IEC 61340-4-2 (VDE 0300-4-2):2008-07

Bringen sie die Testpuppe in eine vertikale Position (bzw. platzieren Sie die Testperson auf dem Prüfstand) und entfernen Sie dann das äußere Kleidungsstück mit einer schnellen Aufwärtsbewegung und platzieren Sie es sofort im Faradayschen Käfig (siehe C.2.3) oder auf dem Messtisch (siehe C.2.4). Die Zeit, die zwischen dem Ablegen der Kleidung und ihrer Platzierung im Faradayschen Käfig bzw. auf dem Messtisch vergeht, sollte zwei Sekunden nicht überschreiten.

Die möglichen Arten des Entferns der Kleidung vom Testpuppenrumpf bzw. vom Testpersonkörper werden in Bild C.6 dargestellt.

ANMERKUNGEN:

- 1 Wenn der Knopf/der Reißverschluss es schwierig macht, die Kleidung über den Kopf zu ziehen, darf die Kleidung nicht geknöpft bzw. der Reißverschluss nicht geschlossen werden;
- 2 Die Kleidung kann manuell oder mechanisch entfernt werden. Der Körper des Bedieners oder der Maschinenhaken muss vom Boden mit Material mit einem Widerstand $> 10^{14} \Omega$ isoliert werden;
- 3 Probetests sind durchzuführen, um abzuklären, ob der Kontakt von Kleidung mit dem Haar das Ladungsniveau der Kleidungsstücke, die entfernt werden, erhöht oder verringert. Die Tests werden an der Testpuppe mit und ohne Perücke durchgeführt; die Resultate der Aufladungsmessungen anschließend verglichen. Die Variante mit dem höchsten Aufladungsniveau muss für die Durchführung der kompletten Testreihe gewählt werden.

Es wird mit einem Elektrostatik-Voltmeter im System entsprechend Bild C.2 oder Bild C.3 das Potential U_M einer statischen Ladung gemessen, die auf dem Testpuppenrumpf oder auf dem menschlichen Körper erzeugt wurde.

Die festgelegten Tests müssen an jeder der drei Kleidungsproben nach dem festgelegten Verfahren durchgeführt werden:

- am Testpuppenrumpf oder am Testpersonenkörper isoliert vom Boden (Isolierungswiderstand von mindestens $10^{14} \Omega$),
und (wenn die Werte, die man an der isolierten Testpuppe oder -person erhält, das in 6.2.4 festgelegte höchste zulässige Aufladungsniveau übersteigen):
- am Testpuppenrumpf oder am Testpersonenkörper geerdet durch den Widerstand von $1 \cdot 10^9 \Omega$ (Toleranz bis zu 10 %),
und/oder
- am Testpuppenrumpf oder am Testpersonenkörper geerdet durch den Widerstand von $1 \cdot 10^6 \Omega$ (Toleranz bis zu 10 %).

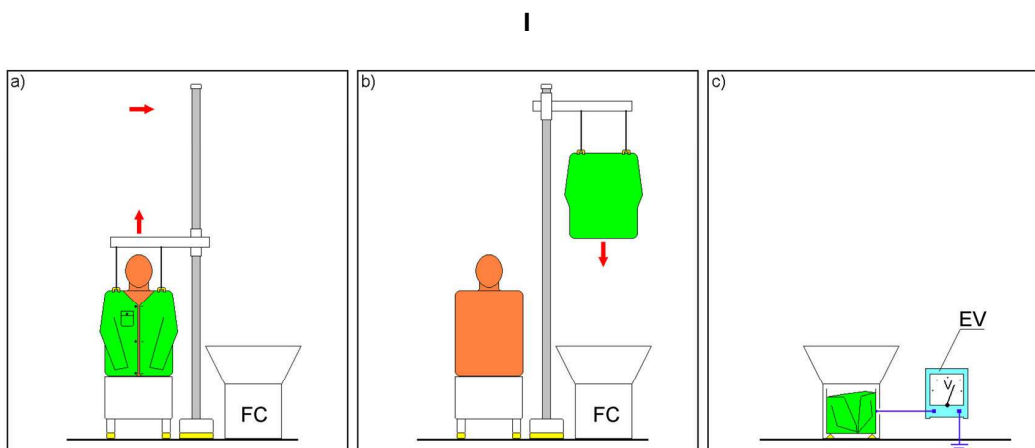
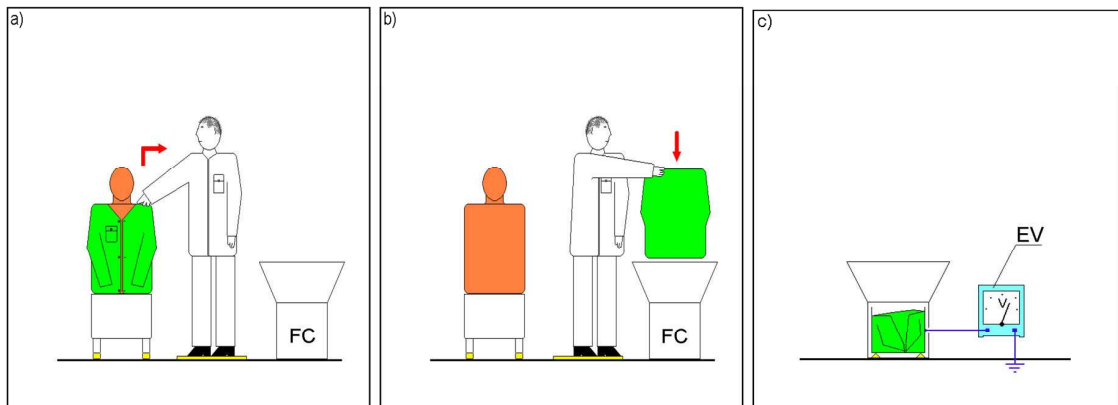
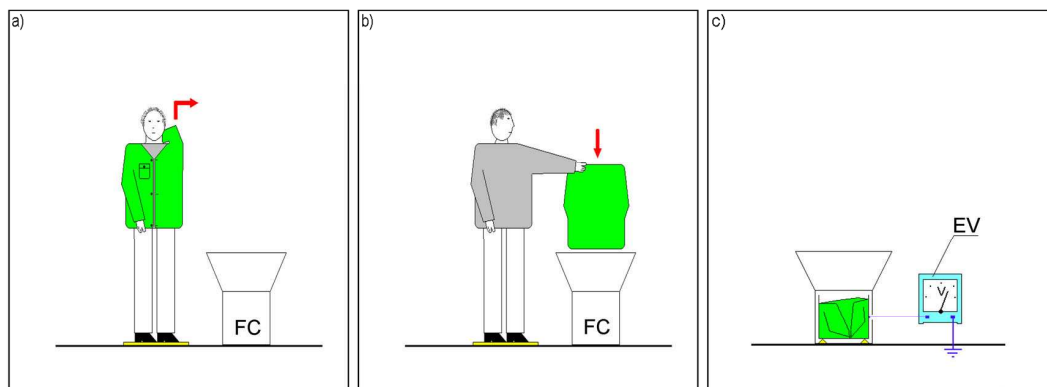


Bild C.6 – Die möglichen Arten des Entferns von Kleidung vom Testpuppenrumpf oder vom Personenkörper

II



III



IV

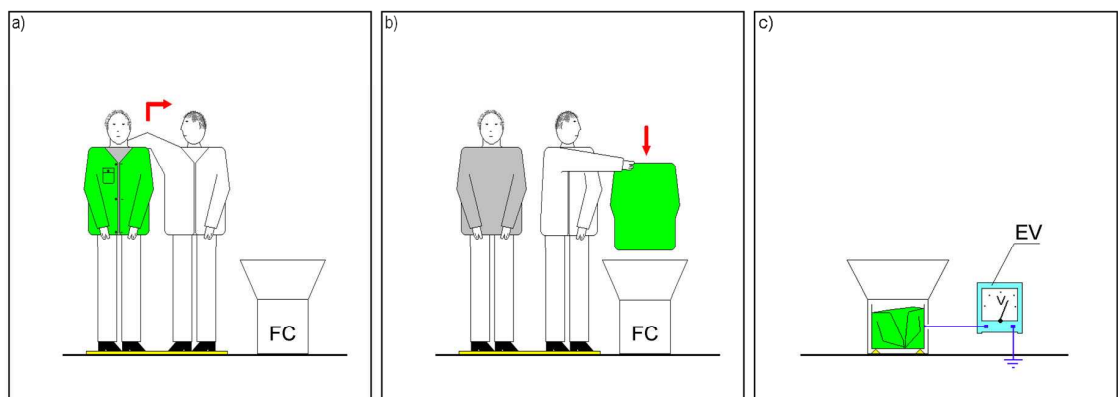


Bild C.6 – Die möglichen Arten des Entfernens von Kleidung vom Testpuppenrumpf oder vom Personenkörper (fortgesetzt)

I – Entfernen der Kleidung vom Testpuppenrumpf mit Gebrauch einer mechanische Vorrichtung; II – manuelles Entfernen der Kleidung vom Testpuppenrumpf durch den Bediener; III – manuelles selbständiges Ablegen der Kleidung durch die Testperson; IV – manuelles Ablegen der Kleidung von der Person mit Hilfe des Bedieners

C.2.2.1 Auswertung und Darstellung von Ergebnissen

Messen Sie die Gesamtkapazität C_S des System Testpuppe (-person) – Elektrostatik-Voltmeter zusammen mit den Verbindungen (siehe Bilder C.2 und C.3):

$$C_S = C_M + C_b$$

Die angepasste Kapazität der Testpuppe (-person) (äquivalent der durchschnittlichen Kapazität des menschlichen Körpers) annehmend als

$$C_M = C_{HB} = 150 \text{ pF}$$

und das Prinzip eines kapazitiven Spannungsteilers in Betracht ziehend, errechnen Sie das Potential U der Ladung auf der Testpuppe (-person), für den Fall das $C_M = C_{HB} = 150 \text{ pF}$ ist. Das Potential U wird behandelt wie das Potential der elektrostatischen Ladung, die in dem äquivalenten System auf dem menschlichen Körper auftritt, dessen Kapazität $C_{HB} = 150 \text{ pF}$ entspricht.

Das Potential U_{HB} wird entsprechend der Formel errechnet:

$$U = U_{HB} = \frac{C_S}{150} U_M$$

mit U_M – Aufladungspotential, gemessen an der Testpuppe oder an der Person, wenn die Systemkapazität C_S entspricht.

Es ist notwendig, die Potentiale U_{HB} gemäß jedem der 10 Potentialmessergebnisse U_M , die in den Tests der verschiedenen Proben erzielt wurden, und anschließend die arithmetischen Mittel U_{HB} für jede der Proben sowie einen Durchschnitt dieser Durchschnitte für die Gruppe von drei Kleidungsproben einer festgelegten Art zu errechnen. Ein solches Verfahren ist angebracht, wenn die Ergebnisse, die in den einzelnen Testreihen erzielt wurden, sich untereinander in nicht mehr als 50 % unterscheiden.

Wenn die Streuung der Testergebnisse größer ist, werden die Tests wiederholt. Wenn die Streuung von Resultaten wieder vorkommt, wird der Maximalwert, den man in beiden Messzyklen erhielt, als Testergebnis genommen.

C.2.3 Ladungsmessung auf dem Kleidungsstück, das in das System mit dem Faradayschen Käfig abgelegt worden ist

Das geprüfte Kleidungsstück, in Übereinstimmung mit dem in C.2.2 beschriebenen Verfahren, wird von der Testpuppe (oder -person) entfernt und in den Faradayschen Käfig gelegt (siehe Bild C.2). Dann muss ein elektrostatischer Voltmeter benutzt werden, um die Spannung U_{FC} zu messen, die dem Unterschied der Potentiale zwischen der Wand des Faradayschen Käfigs und dem Boden sowie Erde entspricht (Methodik in Übereinstimmung mit IEC/TR 61340-2-2).

Die Messungen müssen zehnmal an jeder Kleidungsprobe durchgeführt werden.

C.2.3.1 Auswertung und Darstellung von Ergebnissen

Um die Testergebnisse zu errechnen, ist es unentbehrlich die Kapazität C_S zu kennen, die durch das System Faradayscher Käfig – Elektrostatik-Voltmeter zusammen mit dem System der Anschlüsse erzeugt wird (siehe Bild 2):

$$C_S = C_{FC} + C_b$$