

	DIN IEC/TR 61340-5-5 (VDE 0300-5-5)	DIN
	Dies 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 17.220.99; 29.020

Einsprüche bis 2019-09-05

Entwurf

**Elektrostatik –
Teil 5-5: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische
Phänomene –
Verpackungssysteme zur Verwendung in der Elektronikfertigung
(IEC TR 61340-5-5:2018)**

Electrostatics –
Part 5-5: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena –
Packaging systems used in electronic manufacturing
(IEC TR 61340-5-5:2018)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf für eine VDE-Leitlinie mit Erscheinungsdatum 2019-07-05 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 37 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieses Dokuments ist ...

	Inhalt	Seite
Einleitung		7
1	Anwendungsbereich	8
2	Normative Verweisungen	8
3	Begriffe und Abkürzungen	8
3.1	Begriffe	8
3.2	Abkürzungen	10
4	Aufgaben von ESD-Schutzverpackungen	10
4.1	Analyse der elektrostatischen Risiken (Was kann ESD-Probleme verursachen)	10
4.2	Ladungserzeugung (Trennung)	11
4.3	Reduzierung von elektrostatisch aufgeladenen Teilen in der Umgebung	13
4.4	Elektrostatische Anziehung und Abstoßung	13
4.5	Ableitung von elektrostatischen Ladungen	14
4.6	Barrieren gegen den ESD Strom	14
4.7	Schutz gegen elektrostatische Felder	14
4.8	Chemische Reaktion und Ausgasungen	15
4.9	Sperrern gegen Feuchtigkeit	15
4.10	Umweltbedingungen, die Verpackungen beeinflussen	15
4.11	Eigenschaften von Verpackungsmaterial	15
4.11.1	Allgemeines	15
4.11.2	Gering aufladbar	15
4.11.3	Elektrostatische Ladungsableitung	16
4.11.4	Leitfähige Materialien	16
4.11.5	Abschirmend gegen elektrostatische Felder	16
4.11.6	Abschirmend gegen elektrostatische Entladungen	16
5	Materialtypen	17
5.1	Gefüllte Polymere	17
5.2	Intrinsisch leitfähig oder ableitfähig	17
5.3	Oberflächenbeschichtungen	17
5.4	Antistatische Behandlungen	17
5.5	Eloxierte Materialien	17
5.6	Materialverarbeitung	18
5.6.1	Thermoformen	18
5.6.2	Spritzguss	18
5.6.3	Prägung	18
5.6.4	Vakuumbedampfung	18

5.6.5	Oberflächenbeschichtung	18
5.6.6	Laminierung	18
6	Existierende Normen für Verpackungsmaterialien.....	19
6.1	IEC 61340-5-3	19
6.2	ANSI/ESD S541 (www.esda.org).....	19
6.3	Militärische Normen und andere verpackungsbezogene Dokumente	19
6.3.1	Allgemein.....	19
6.3.2	MIL PRF 81705 (E) (Folien).....	19
6.3.3	MIL PRF 3010	19
6.3.4	MIL PRF 131	20
7	Existierende Prüfmethode für Verpackungsmaterialien.....	20
7.1	IEC 61340-2-1 Fähigkeit von Materialien und Erzeugnissen, elektrostatische Ladungen abzuleiten	20
7.2	IEC/TR 61340-2-2 Messung der Aufladbarkeit	20
7.3	IEC 61340-2-3 Prüfungen von Widerständen und spezifischen Widerständen.....	20
7.4	IEC 61340-4-8 schirmend gegen elektrostatische Entladungen – Beutel	21
8	Auswahl einer Verpackungstechnologie	21
8.1	Bestimmung der Eigenschaften für Verpackungsmaterialien	21
8.2	Innerhalb der EPA.....	21
8.3	Außerhalb der EPA oder zwischen EPAs	22
8.4	Bewertung von Verpackungsattributen	22
8.5	Prüfmethode der Ladungsableitung	22
8.6	Widerstandsprüfmethode	22
8.7	Abschirmtest.....	23
9	Entspricht das Verpackungssystem dem beabsichtigten Zweck	23
10	Neue Prüfkonzepte und Entwicklungspläne	23
10.1	Allgemeines	23
10.2	Ein-Punkt Elektrode	24
10.3	Parallele Platten	24
10.4	Pin-Point Elektroden	25
10.5	Prüfmethode für Abschirmungseigenschaften	25
10.6	Ladungserzeugung – triboelektrische Prüfmethode	25
10.7	Triboelektrische Aufladung von Abdeckbändern	28
10.8	Prüfmethode Entladungseigenschaften	29
10.9	Andere Widerstandsprüfmethode	30
Anhang A (informativ)	Verpackungen Formen und Typen.....	31
A.1	Verpackungsmaterialien für elektronische Komponenten.....	31
A.2	Geprägte Gurte	31
A.3	Abdeckbänder	31

A.4	Spulen Typen und Materialien.....	32
A.5	Spritzguss Trays.....	33
A.6	Stangenmagazine und Schienen und andere Konfigurationen von Verpackungsmaterialien	34
A.7	Clam shell und Test Sockel	35
A.8	Beutel.....	35
A.9	Tragekisten und andere starre Behälter.....	36
	Literaturhinweise.....	37

Bilder

Bild 1	– Aufladung durch Influenz – Erdung eines Leiters in einem elektrischen Feld.....	11
Bild 2	– zweiter Teil des Vorganges der Aufladung durch Influenz	12
Bild 3	– Erster Entladungspuls wie in Bild 1b gezeigt.....	12
Bild 4	– zweiter Entladepuls wie in Bild 2 gezeigt.....	12
Bild 5	– Ein-Punkt Elektrode Testaufbau	24
Bild 6	– Ein-Punkt Elektrode in Gurtbandtasche	24
Bild 7	– Prüfmethodenaufbau mit zwei parallelen Platten	25
Bild 8	– Prüfaufbau mit isolierten Rollen für Bandtests	26
Bild 9	– Widerstandsmessung Rolle zu Rolle	27
Bild 10	– Prüfaufbau Ladungsabbau – Rolle zu Rolle	28
Bild 11	– Abdeckband Überprüfungskonzept	29
Bild 12	– Prüfmethode Entladungseigenschaften.....	29
Bild A.1	– Beispiele für Gurtbänder für unterschiedliche Bauelemente.....	31
Bild A.2	– Abdeckband	32
Bild A.3	– Abdeckband	32
Bild A.4	– Abdeckband	32
Bild A.5	– Abdeckband	32
Bild A.6	– Abdeckband	32
Bild A.7	– Abdeckband	32
Bild A.8	– Abdeckband	32
Bild A.9	– Unterschiedliche Spulentypen.....	33
Bild A.10	– Unterschiedliche Spulentypen.....	33
Bild A.11	– Unterschiedliche Spulentypen.....	33
Bild A.12	– Unterschiedliche Spulentypen.....	33
Bild A.13	– Unterschiedliche Tray Typen	33
Bild A.14	– Unterschiedliche Tray Typen	33
Bild A.15	– Unterschiedliche Tray Typen	33
Bild A.16	– Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.17	– Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.18	– Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.19	– Unterschiedliche Tray Typen	34

Bild A.20 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.21 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.22 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.23 – Unterschiedliche Tray Typen	34
Bild A.24 – Unterschiedliche Typen von Stangenmagazinen	35
Bild A.25 – Unterschiedliche Typen von Stangenmagazinen	35
Bild A.26 – Unterschiedliche Typen von Stangenmagazinen	35
Bild A.27 – Clam shells (zweischalig).....	35
Bild A.28 – Beutel mit Abschirmung gegen elektrostatische Entladungen	36
Bild A.29 – Beutel mit Sperrschicht gegen Feuchtigkeit – Metallfolienbeutel	36
Bild A.30 – Beutel mit Sperrschicht gegen Feuchtigkeit - Metalllage gegen Wasserdampf	36
Bild A.31 – Schüttgutbehälter	36
Bild A.32 – Transportbox	36

Tabellen

Tabelle 1 – Prüfmethode für elektrostatische Schutzverpackungen	23
---	----

Nationales Vorwort

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.

Die VDE-Leitlinien enthalten sicherheitstechnische Festlegungen mit einem im Vergleich zu den VDE-Bestimmungen wesentlich erweiterten Ermessensraum für eigenverantwortliches sicherheitstechnisches Handeln.

VDE-Leitlinien sind angebracht, wenn die Vielfalt der zu betrachtenden Sachlagen oder Gestaltungsmöglichkeiten nach vorherrschender Meinung durch unmittelbar anwendbare Anweisungen nicht erfasst werden kann. Sie dienen dem Anwender als Beispielsammlung oder Grundlage für eigene sicherheitstechnische Entscheidungen. Für sich allein sind sie nicht als ausreichende Entscheidungsgrundlage für die Genehmigungs- und Überwachungsbehörden oder die Anwender geeignet.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 101 „Electrostatics“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

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.

Einleitung

Verpackungsmaterialien, die in Kontroll-Programm-Plänen zum Schutz vor elektrostatischen Entladungen (ESD, en: ElectroStatic Discharge) verwendet werden, werden oft über die Messung des elektrischen Widerstandes definiert. Hersteller von Verpackungsmaterialien vertrauen auf Prüfverfahren, welche in der Industrie anerkannt und normiert sind, um sicherzustellen, dass die gelieferten Produkte den gestellten Anforderungen entsprechen. Andere Eigenschaften, die ein Verpackungsmaterial besitzen muss, sind oft schwierig zu quantifizieren und führen zu Verunsicherungen zwischen dem Lieferanten und dem Endkunden.

Die steigende Verwendung von automatischen Produktionsanlagen für die Herstellung von elektronischen Produkten hat zu Veränderungen im Design und in der Form von Verpackungsmaterialien, die für elektronische Bauelemente und Komponenten vorgesehen sind, geführt. Zum Beispiel werden sehr kleine Bauelemente wie SMD-Widerstände und Kondensatoren in Gurtbändern auf Spulen verpackt, welche von automatischen Anlagen entpackt werden. Kleine Bauelemente erfordern kleine Verpackungen. Sehr kleine Verpackungen können mit den existierenden, von der Industrie anerkannten Prüfverfahren, nicht ausreichend genau auf ihre elektrischen Eigenschaften hin untersucht werden.

Viele Verpackungsmaterialien, welche in der Elektronikindustrie eingesetzt werden, werden aufgrund von Basiseigenschaften eingesetzt, die nicht originär mit dem Schutz vor elektrostatischen Entladungen verknüpft sind. Als Beispiel können hier Abdeckklebebänder aus Papier genannt werden. In diesem Dokument werden anerkannte und bewährte Verfahren aus der Industrie besprochen, die diese Standardverpackungen beinhalten. Es werden auch andere Verpackungsformen für nicht ESDS (en: ElectroStatic Discharge Sensitive – Elektrostatisch empfindliche Bauelemente), welche in die EPA (en: Electrostatic Protected Area - ESD-Schutzzone) eingebracht werden, sowie Handhabungsempfehlungen für diese Verpackungsformen beschrieben. Dieser technische Report wurde von einer gemeinsamen Arbeitsgruppe erarbeitet, so dass die Anforderungen für den ESD-Schutz und die Anwendung von Maßnahmen zum Schutz von Produkten mit den Interessen der Lieferanten und der Anwender von kleinsten elektronischen Bauelementen abgestimmt werden konnten.

**Elektrostatik –
Teil 5-5: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische
Phänomene –
Verpackungssysteme zur Verwendung in der Elektronikfertigung**

1 Anwendungsbereich

Prüfverfahren, die in anderen Normen beschrieben werden, sind meist unzulänglich, wenn sie auf Verpackungsmaterialien, wie gestanzte Gurtbänder, tiefgezogene Verpackungsfolien, Stangenmagazine sowie Spulen und andere Materialien, die in der Fertigung von elektronischen Bauelementen und deren Handhabung eingesetzt werden, angewendet werden. Dieser technische Report betrachtet Anforderungen an Verpackungsmaterialien, die für elektrostatisch empfindliche Bauelemente (ESDS) und nicht-elektrostatisch empfindliche Bauelemente verwendet werden. Themen wie die Entstehung von elektrostatischen Aufladungen, die elektrostatische Anziehung und Abstoßung sind hier ebenfalls enthalten. Die Empfehlungen und Diskussionen in diesem technischen Report können auch für andere Arten von Verpackungen anwendbar sein, die nicht durch andere Prüfverfahren evaluiert werden können.

In dem hier vorliegenden technischen Bericht werden Fragen erörtert im Zusammenhang mit:

- 1) technischen Anforderungen für die Auswahl und die Entwicklung von Verpackungsmaterialien und Verpackungssystemen,
- 2) Spezifikationen für Verpackungsmaterialien zum Schutz vor elektrostatischen Entladungen,
- 3) existierenden Prüfmethoden für Verpackungsmaterialien und deren Einschränkungen,
- 4) Empfehlungen für die Evaluation von Verpackungen mit sehr kleinen Abmessungen,
- 5) industriell anerkannten Verfahrensweisen.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>;
- ISO Online Browsing Plattform: unter <http://www.iso.org/obp>.

3.1.1

ESD Schutzverpackung

Behälter und andere umhüllende Verpackungen, welche Eigenschaften und Funktionen zur Begrenzung elektrostatischer Ladungserzeugung, zur Ableitung elektrostatischer Ladungen oder zur Minimierung der Einwirkung von elektrostatischen Feldern besitzen.

3.1.2

Direkt anliegende Verpackung

Material mit Kontakt zum ESDS

3.1.3

Umhüllende Verpackung

Material, das keinen Kontakt zum ESDS hat, das aber verwendet wird, um ein oder mehrere Bauelemente zu umhüllen.

3.1.4

leitfähiges Material

Materialien mit oberflächen- oder volumenleitfähigen Eigenschaften, die üblicherweise über den elektrischen Widerstand spezifiziert werden.

3.1.5

ableitfähiges Material

Materialien mit oberflächen- oder volumenleitfähigen Eigenschaften, die über dem elektrischen Widerstand von leitfähigen, aber niedriger als der Widerstand von isolierenden Materialien liegen.

3.1.6

Isolierendes Material

Materialien mit einem elektrischen Widerstand, der ausreichend hoch ist, den Ladungsfluss bis zu einem gewissen Grad zu hemmen.

3.1.7

Gering Aufladbar

antistatisch

Die Eigenschaft von Materialien, elektrostatische Ladungen durch Kontakt und Trennung zu übertragen (Triboelektrifikation).

3.1.8

Oberflächenwiderstand

Quotient aus einer Gleichspannung (V), die zwischen zwei Elektroden in einer festgelegten Konfiguration auf der selben Oberfläche eines Probekörpers angelegt wird, und dem Strom (A) zwischen den Elektroden.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Volumenwiderstand wird in Ω ausgedrückt.

3.1.9

Spezifischer Oberflächenwiderstand

Für den elektrischen Strom, der über eine Fläche fließt, wird das Verhältnis von Gleichspannungsabfall pro Einheitslänge zum Oberflächenstrom pro Einheitsbreite angegeben.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der spezifische Oberflächenwiderstand ist der Widerstand zwischen zwei Elektroden auf den gegenüberliegenden Seiten eines Quadrats und ist unabhängig von der Größe des Quadrats oder seiner Maßeinheiten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Oberflächenwiderstand wird in Ω ausgedrückt. Der spezifische Oberflächenwiderstand wird in Ohm/Quadrat angegeben.

3.1.10

Volumenwiderstand

Quotient aus einer Gleichspannung (V), die zwischen zwei Elektroden angelegt wird, die an zwei (gegenüberliegenden) Oberflächen eines Probekörpers angebracht sind, und dem Strom (A) zwischen den Elektroden.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Volumenwiderstand wird in Ω angegeben.

3.1.11

Abschirmung gegen elektrostatische Entladungen

Schutzabdeckung oder Umhüllung, die den Durchgang von Strom begrenzt und ein elektromagnetisches Feld abschwächt, das in Folge einer elektrostatischen Entladung entsteht.

3.1.12

Abschirmung gegen elektrostatische Felder

Material, welches elektrostatische Felder dämpft

3.2 Abkürzungen

CDM	charged device model	
CPM	charged plate monitor	
EPA	ESD protected area	(ESD-Schutzzone)
ESD	electrostatic discharge	(elektrostatische Entladung)
ESDS	electrostatic discharge sensitive item	(ESD-empfindliches Bauelement)
HBM	Human Body Model	

4 Aufgaben von ESD-Schutzverpackungen

4.1 Analyse der elektrostatischen Risiken (Was kann ESD-Probleme verursachen)

Die Gefahren für elektronische Teile, Baugruppen und Anlagen (allgemein als ESDS bezeichnet) durch elektrostatische Phänomene kann viele Formen annehmen und wird generell zusammengefasst als die direkte elektrostatische Entladung von einem aufgeladenen Leiter zu einem ESDS oder eine elektrostatische Entladung von einem ESDS zu einem Leiter (mit unterschiedlichem Potential) oder gegen Erde wenn das ESDS besonders hoch aufgeladen ist. Ein Schaden an einem ESDS resultiert immer aus einem zu hohem Stromfluss durch die Struktur des ESDS.

Es ist wichtig zu wissen, dass der Transfer von elektrostatischen Ladungen (Trennung von Ladungen) immer dann stattfindet, wenn zwei Materialien in Kontakt kommen oder sich trennen. Die resultierende Ladungstrennung erzeugt immer ein gleichwertiges positives und negatives elektrostatisches Potential auf den getrennten Oberflächen. Die elektrischen Widerstände der beteiligten Materialien und die Unterschiede der Wechselwirkungen entscheiden darüber, wie viele Ladungsträger getrennt werden und wo die Ladungen nach der Trennung zu finden sind. Aufgeladene Materialien, mit der Fähigkeit Strom zu leiten (Ladungsableitung), können durch Kontakt zur Masse (Erde) neutralisiert werden. Der Grad der Ladungsneutralisation/Ladungsableitung wird durch den elektrischen Widerstand des Materials und den Widerstand am Kontaktpunkt zwischen Material und Erde bestimmt. Je höher der Widerstand des Materials und dessen Widerstand zur Masse, desto länger wird die Ladungsneutralisation dauern. Ein positiv aufgeladenes Material zieht fehlende Elektronen von Masse und ein negativ aufgeladenes Material wird Elektronen an Masse abgeben.

Die Spannungshöhe einer Entladungen, die ein ESDS tolerieren kann, wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt. Dazu gehören Einflussfaktoren wie Bauteilfestigkeit, Layout des Bauteils, Menge des Ladungstransfers durch das ESDS, die gesamte Energie während des Entladevorgangs und Umgebungseinflüsse.

Entladungen in ein ESDS können durch Kontakt mit einem geladenen Leiter, inklusive einer aufgeladenen Person, eines Anlagenteils, Werkzeugs oder einer Halterung oder jeder anderen aufgeladenen leitfähigen Komponente in einem Prozess verursacht werden. Die Reduzierung der möglichen gefährlichen Entladungen in ein ESDS ist eine der grundlegenden Methoden zum Schutz vor elektrostatischen Entladungen. Die Gefährdung durch aufgeladene leitfähige Teile ist effektiv reduziert, wenn alle leitfähigen Teile gemeinsam an einen Potentialausgleich angeschlossen sind. Ein geerdetes leitfähiges Teil kann keine elektrostatische Ladung halten.

Die Entladung von aufgeladenen ESDS gegen Erde kann kontrolliert werden, wenn die mögliche Aufladung des ESDS selbst reduziert wird. Ist ein ESDS einmal aufgeladen, ist es schwierig diese Ladung zu reduzieren, ohne einen gefährlichen Stromfluss durch das ESDS zu riskieren. Darum ist das Verpackungsdesign einer der Schlüsselfaktoren, um die Neigung der Ladungsgeneration zwischen dem ESDS und dem Verpackungsbehälter für Lagerung und Transport zu reduzieren.

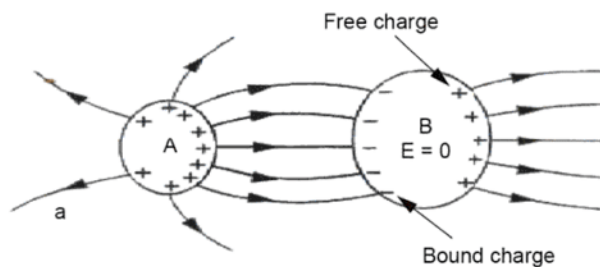
Die Erzeugung von Ladung kann nicht bis auf „0“ reduziert werden. Sie kann nur soweit reduziert werden, dass das mögliche Risiko für das ESDS akzeptabel wird. Üblicherweise wird dies durch das Design der Oberflächen, chemische Änderungen oder Additive in Materialien zur Veränderung von Aufladungseigen-

schaften oder die Veränderung des elektrischen Widerstandes oder der Eigenschaft zur Ladungsableitung von Verpackungen erreicht.

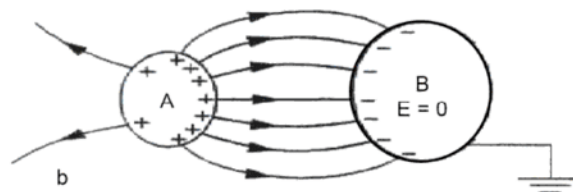
4.2 Ladungserzeugung (Trennung)

Triboelektrische Ladungserzeugung ist die primäre Ursache für aufgeladene Materialien. Dieser Prozess findet immer dann statt, wenn zwei ungleiche Materialien in Kontakt kommen und sich wieder trennen. Die daraus resultierende Ladungshöhe wird beeinflusst durch die Intimität des Kontaktes, die Geschwindigkeit der Trennung und andere reibende Bewegungen, welche Teil des Berührungsvorganges vor der Trennung der Materialien sind. Die physikalischen Eigenschaften der Oberflächen der kontaktierten Materialien haben ebenfalls einen Einfluss auf den Aufladungsvorgang. Die Reduzierung der Kontaktfläche ist daher eine Möglichkeit, die Aufladung zu minimieren. Chemische Additive, welche auf die Oberflächen aufgetragen werden, können die Reibung reduzieren und somit ebenfalls zur Minimierung der Ladungshöhe beitragen. Die Beimengung ableitfähiger Wirkstoffe kann die Ladungsverteilung auf Oberflächen oder die Ladungsableitung ermöglichen, wenn die Materialien geerdet werden und so die Ladungsdichte reduzieren.

Aufladung durch Influenz tritt auf, wenn ein leitfähiger Körper in einem elektrischen Feld geerdet wird. Dieser komplexe Vorgang, kann immer auftreten, wenn ein ESDS manuell oder automatisch gehandhabt wird und die Höhe der elektrischen Felder nicht unter einem kritischen Level gehalten wird (abhängig von der ESD-festigkeit des ESDS). Der erste Schritt der Aufladung durch Influenz geschieht, wenn ein ESDS in den Wirkungsbereich eines elektrischen Feldes gebracht wird. Die Ladungen verteilen sich im leitfähigen Körper, entsprechend der Polarisation wie in Bild 1a gezeigt. An diesem Punkt gibt es noch keine Ladungstrennung, nur eine Ladungsumverteilung im ESDS.



a) Isolierter Leiter B polarisiert durch die Anwesenheit des elektrischen Feldes A

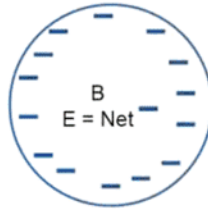


b) Leiter B geerdet in der Anwesenheit des Feldes A – resultierend in einer Ladungstrennung auf B

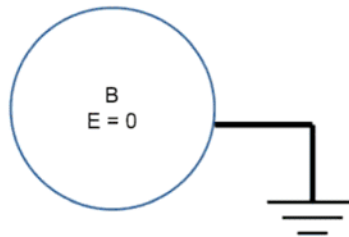
Bild 1 – Aufladung durch Influenz – Erdung eines Leiters in einem elektrischen Feld

Wenn das ESDS im Wirkungsbereich des elektrischen Feldes geerdet wird, fließt Ladung zu oder vom ESDS, abhängig von der Polarität der leitfähigen Bereiche des ESDS. Das ist die erste elektrostatische Entladung, welche in Bild 1b gezeigt wird.

Wenn die Erdungsverbindung getrennt wird, bevor das elektrische Feld aus dem Bereich entfernt wird (das kann zum Beispiel geschehen, wenn ein Bauteil in einem automatischen Prozess weitertransportiert wird), wird die Ladung auf dem ESDS gehalten, wie in Bild 2a dargestellt.



a) Aufgeladenes Bauteil B nach der Trennung von Erde gezeigt in Bild 1 b)



b) Entladung des aufgeladenen Bauteils B durch Kontakt mit Erde

Bild 2 – zweiter Teil des Vorganges der Aufladung durch Influenz

Entladungspulse eines experimentellen Influenzaufładungsprozesses werden in Bild 3 und 4 gezeigt. Es wird beobachtet, dass nahezu identische und gegenpolarisierte Entladungsereignisse bei jedem Auf- und Entladeprozess stattfinden.



Bild 3 – Erster Entladungspuls wie in Bild 1b gezeigt.

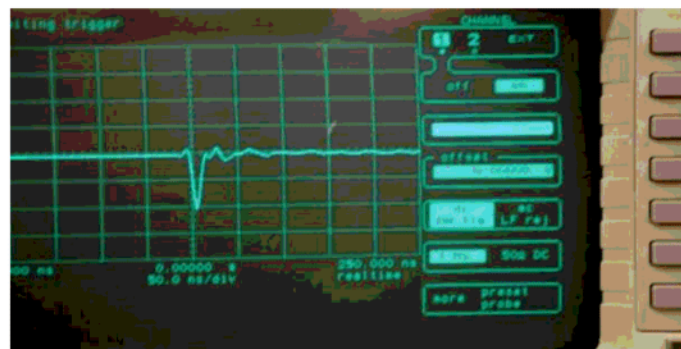


Bild 4 – zweiter Entladepuls wie in Bild 2 gezeigt.