

# ESD - Schutz in der Elektronik-Industrie



**Elektrostatik als Gefahrenquelle in der Elektronik**

**Ursachen - Kontrolle - Vermeidung**

© 2007 Rüdiger Schnick, 42579 Heiligenhaus,

## Inhaltsverzeichnis

Begriffs-Bestimmung	3
Normen	3
Wie entsteht Elektrostatik?	4
Elektrostatik in der Elektronik-Industrie	5
Was tun gegen Elektrostatik am Arbeitsplatz?	6
Wirkungsweise der Schutzmaßnahmen	7
Kennzeichnungspflicht	8
„Störenfried“ Mensch	8
Wie sieht ein ESD - Arbeitsplatz aus?	9
Worauf Sie besonders achten sollten	10
Was tun, wenn Geräte keine ableitfähigen Oberflächen haben?	10
Vertrauen ist gut ....	10
Beispiele für Widerstands-Grenzwerte im ESD-Bereich	12
Beispiele für Messaufbauten	13

## ESD - Schutz in der Elektronik-Industrie

Elektrostatische Aufladungen und die daraus resultierenden Entladungen stellen nach wie vor eine große Gefahr für Bauelemente und Baugruppen in der Elektronik dar.

Und je höher die Integration - je kleiner die Bauteile und je größer die Leistungsfähigkeit - desto gefährlicher wird Elektrostatik.

Diese kleine Zusammenstellung will aufzeigen, was der Anwender tun sollte oder muss, um Elektrostatik als Gefährdung für seine Qualität auszuschließen.

### Begriffs-Bestimmung

Was versteht man unter .....

- ⇒ ESD steht für electrostatic discharge, also elektrostatische Entladung.
- ⇒ EGB wird ebenfalls häufig verwendet.  
Der Begriff steht für elektrostatisch gefährdeten Bereich
- ⇒ EPA steht für electrostatic protected area,  
so nennt man die ESD - Schutzzone, in der gefährdete Bauelemente, Baugruppen oder Geräte gefahrlos montiert oder verarbeitet werden.
- ⇒ ESDS sind Bauelemente, Schaltungen oder Baugruppen,  
die durch elektrostatische Felder oder elektrostatische Entladungen gefährdet werden können.

### Normen

Weitere Informationen sind in den gängigen Normen zu finden, als da wären:

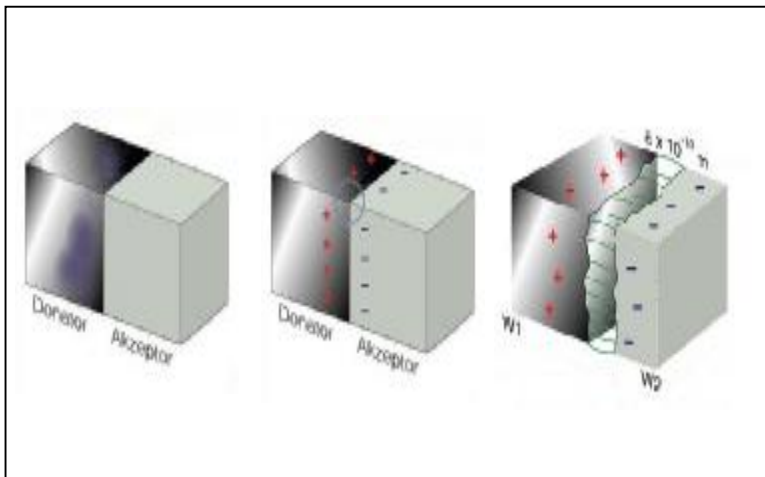
- ⇒ DIN - EN 61340-5-1 / VDE 0300, Teil 5-1  
"Schutz von elektronischen Bauteilen gegen elektrostatische Phänomene"  
Allgemeine Anforderungen
- ⇒ DIN - EN 61340-5-2 / VDE 0300, Teil 5-2  
"Schutz von elektronischen Bauteilen gegen elektrostatische Phänomene"  
Benutzerhandbuch
- ⇒ DIN - EN 61340-2-1 / VDE 0300, Teil 2-1  
Messverfahren - Fähigkeit, elektrostatische Ladungen abzuleiten
- ⇒ DIN - EN 61340-4-1 / VDE 0300, Teil 4-1  
Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen - Elektrischer Widerstand von Bodenbelägen und festverlegten Fußböden
- ⇒ DIN - EN 61340-4-3 / VDE 0300, Teil 4-3  
Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen - Schuhwerk
- ⇒ DIN - EN 61340-4-5 / VDE 0300, Teil 4-5  
Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen - Charakterisierung der el. Schutzwirkung von Schuhwerk und Boden in Verbindung mit einer Person

## Wie entsteht Elektrostatik?

Elektrostatik ist der älteste Bereich der Elektrotechnik. Schon im alten Griechenland entdeckte Thales von Milet, dass Bernstein, wenn man daran reibt, kleine und leichte Teilchen anzieht. So gab das griechische Wort elektron = Bernstein der heutigen Elektrizitäts-Lehre ihren Namen.

### „Reibungs-Elektrizität“

Elektrostatik entsteht also überall dort, wo man durch Reibung (genauer gesagt: Durch Kontakt und Trennung von Oberflächen!) Ladungen verschiebt. Dazu muss mindestens einer der beiden Kontaktpartner ein Isolator sein. In sehr dünnen Schichten der Oberfläche (Helmholtz'sche Grenzschichten) können dann auch bei Nichtleitern Ladungsträger von einer Oberfläche auf die andere wandern.



**Aufladung durch Kontakt und Trennung:**

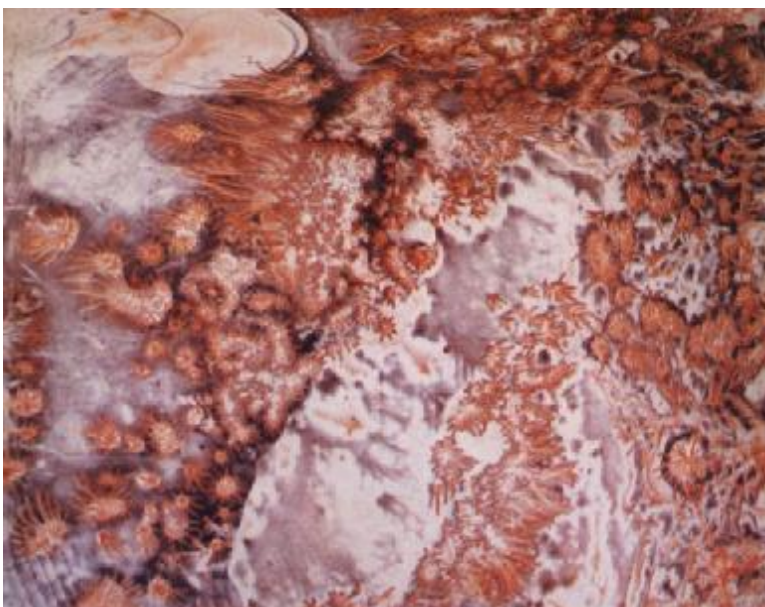
links:  
Kontaktierung der beiden Oberflächen,

Mitte:  
Übergang von Elektronen vom Donator zum Akzeptor,

rechts:  
Trennung der beiden Oberflächen, durch die Trennarbeit sinkt die Kapazität stark, die Spannung kann bis in den kV-Bereich ansteigen.

Das so entstandene Ladungs-Ungleichgewicht ist auf der Oberfläche des Isolators nicht beweglich, kann also nicht (oder nicht schnell) abfließen. Deshalb der Begriff „statische Ladung“ oder kurz Elektrostatik.

Eine für die Elektronik-Industrie zusätzliche Schwierigkeit ist, dass sich Kunststoff-Oberflächen nicht gleichmäßig aufladen. Es entstehen Ladungsinseln, bei denen positive und negative Ladungen sehr nahe bei einander liegen können. Diese Ladungsinseln können sich über Objekte auf der Oberfläche dann ausgleichen, wenn diese Objekte leitfähige Eigenschaften haben. So könnte z. B. ein IC mit seinen Füßen eine solche Verbindung aufbauen und damit geschädigt werden.



**Bild links:**  
Fotografie von Ladungsinseln, wie sie z. B. auch durch Staubblumen auf aufladbaren Kunststoffoberflächen beobachtet werden können.

Beispiele für solche Vorgänge sind:

- ⇒ Gehen über einen Teppich- oder Kunststoff-Boden (Bild rechts),
- ⇒ Herumrutschen auf einem Stuhl,
- ⇒ Aussteigen aus dem PKW bei synthetischen Sitzbezügen, besonders im Winter,
- ⇒ Öffnen einer Plastiktüte,
- ⇒ Reinigen einer Plexiglas-Scheibe mit einem Staubtuch,
- ⇒ Abrollen von Klebeband.



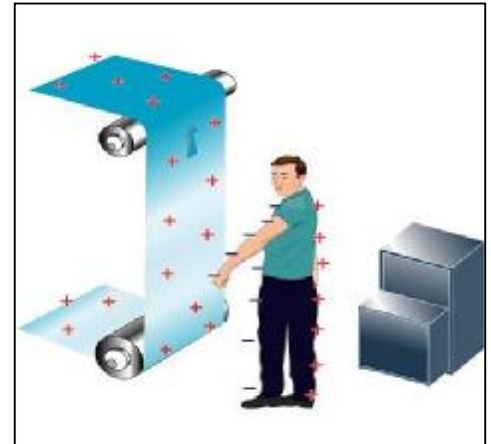
### Influenz

Von den anderen Ursachen und Einflüssen der Elektrostatik sei hier noch die Influenz erwähnt. Influenz nennt man die Wirkung des elektrischen Feldes, berührungslos in anderen, leitfähigen Körpern Ladungen zu verschieben. Dieser Vorgang ist auch durch Erdung des fraglichen Körpers nicht zu unterbinden.

Im Bild rechts steht eine Person im elektrischen Feld. Der Feldverlauf sei von der Kunststoff-Folienbahn links im Bild zum geerdeten Maschinenteil ganz rechts im Bild.

Durch Influenz verursacht entsteht in der Person eine Ladungsverschiebung. An der Front der Person haben sich negative Ladungsträger gesammelt, am Rücken positive.

Dieser Vorgang ist völlig schmerzfrei.  
Er wird von der Person nicht einmal wahrgenommen!



### Einfluss der Luftfeuchte

Über den Einfluss der Luftfeuchtigkeit kursieren manche wilden Annahmen.

Fakten sind:

- ⇒ Die Luft wird durch höhere Luftfeuchtigkeit nicht besser leitend. sonst gäbe es bei Regen kein Gewitter und keine Blitze innerhalb von Wolken.
- ⇒ Die Oberflächenfeuchtigkeit auf mehr oder weniger stark isolierenden Materialien geht eindeutig in das elektrostatische Verhalten mit ein.

Das bedeutet:

- Das Erhöhen der Luftfeuchtigkeit auf Raumfeuchten im Bereich um 50...60% rF. hat durchaus seinen Sinn.
- Bei zu trockener Luft trocknen auch die Oberflächen der mit Kunststoffbehälter mit ab. Additive, die durch hygroskopisches Verhalten an der Oberfläche von Kunststoffen für verbessertes Ableiten der Elektrostatik sorgen, können dann mangels ausreichender Luftfeuchtigkeit nicht arbeiten.
- Das elektrostatische Verhalten wird ausschließlich durch „Kondensat“ kleinster Wassertropfchen auf der Material-Oberfläche beeinflusst.
- Die Feuchtigkeit der Luft muss sich also auf den Oberflächen der Körper im fraglichen Raume niederschlagen können - oder geschlagen haben - damit das elektrostatische Verhalten solcher Oberflächen reduziert wird.

Dass eine Luftbefeuchtungs-Anlage, besser noch eine richtige Klimatisierung, eine aufwendige Angelegenheit ist, die auch Ärger (durch Korrosion etc.) machen kann, sei hier nur am Rande erwähnt.

## Elektrostatik in der Elektronik-Industrie

Während die Elektrostatik in der Elektrotechnik keine bedeutende Rolle spielt, hat sie in der Elektronik-Industrie eine geradezu verheerende Wirkung. Insbesondere bei Halbleitern aber auch bei SMD-Kondensatoren ist Elektrostatik eine der häufigsten Ausfallursachen. Besonders empfindlich sind Schaltungen aus der Hochfrequenztechnik, Diodenlaser (GaAs-Halbleiter) sowie Feldeffekttransistoren und Leuchtdioden, die oft nur Sperrspannungen von wenigen Volt vertragen. Deshalb müssen Maßnahmen getroffen werden, die die Aufladungen zuverlässig verhindern.

Nicht nur äußere Entladungen, sondern auch durch die Handhabung entstehende elektrische Felder (Influenz) können elektronische Bauteile zerstören. Es kommt durch innere Durchbrüche zu Zerstörungen oder Vorschädigungen, die zum sofortigen oder späteren Ausfall führen.

Ein paar Zahlen zur Verdeutlichung:

Gehen über einen Teppich und Berühren der Türklinke, Aussteigen aus einem PKW, speziell im Winter, o.ä. können zu Personenaufladung führen.

Die daraus resultierende Entladung ist:

- ⇒ fühlbar ab 3500Volt
- ⇒ hörbar ab 4500Volt
- ⇒ sichtbar ab 5000Volt.

Elektronische Bauteile werden schon bei wesentlich kleineren Entladungen geschädigt:

⇒ Bauteil	Grenzwert
⇒ VMOS	30V
⇒ CMOS	30V bis 150V
⇒ MOS-FET	100V
⇒ E-PROM	100V
⇒ OP-AMP (FET)	150V
⇒ OP-AMP (BIPOLAR)	190V
⇒ Schottky Diode	300V
⇒ Thyristor	680V
⇒ Schottky-TTL	1000V
⇒ Sonstige SMD	20V bis 2000V

Entstehende Schäden können ein breites Kostenspektrum einnehmen, begonnen beim Ausschuss in der Fertigung. Er wird noch von der Endkontrolle erkannt und stellt dadurch einen vergleichsweise überschaubaren Kostenfaktor dar, wenn man Garantie-Leistungen (am verkauften Gerät) oder sogar Imageverluste im Kundenkreis betrachtet.

Daraus können wir erkennen, dass es in der Elektronik-Industrie von elementarer Bedeutung ist, Elektrostatik von Elektronik-Arbeitsplätzen fernzuhalten.

## Was tun gegen Elektrostatik am Arbeitsplatz?

Als Haupt-Ursachen für Gefährdung durch Elektrostatik am Elektronik-Arbeitsplatz können wir ansehen:

- ⇒ Influenz als Ursache für Ladungsverschiebungen im Bauteil oder der Baugruppe,
- ⇒ Entladung durch Berührung der Bauteile mit aufgeladenen Oberflächen.

Die Verursacher können sehr vielfältig sein, wie sich in der Praxis herausstellt. Hier seien nur ein paar genannt wie: Kleidung, Packmittel, Brotbeutel, Getränkeflaschen, Plexi-Abdeckungen an Vorrichtungen oder Kunststoff-Gehäuse von Meß- und Prüfgeräten.

Um diese Gefährdung zu vermeiden, gilt es also, alle - aber auch wirklich alle - zur Aufladung neigenden Elemente aus der Umgebung gefährdeter Bauelemente und Baugruppen zu entfernen.

Das gilt nicht nur für den nackten Arbeitsplatz sondern auch für die Bereiche Warenannahme, Wareneingangsprüfung, Lager, innerbetrieblichen Transport und die Transport-Elemente, Produktion, Verpackung und Versand. Und selbst der Einkauf spielt mit der Auswahl qualifizierter Lieferanten eine wichtige Rolle.

Ebenso wichtig ist es, dafür zu sorgen, dass keine bereichsfremden Mitarbeiter, ohne Schutzkleidung unterwegs, in den ESD - geschützten Bereich eindringen können. Hier haben sich neben Absperrungen (Ketten und andere deutlich sichtbaren Markierungen), zugangsgesicherte Türen oder Sperren, ähnlich wie in Supermärkten üblich, bewährt.

An den Eingang eines ESD - geschützten Bereiches gehört ein Personen-Prüfgerät. Mit ihm wird das eintretende Personal auf ausreichend ableitfähiges Schuhwerk geprüft. Armbänder und Spiralkabel, die

meist mit identischen Geräten geprüft werden, können bei der Gelegenheit ebenfalls kontrolliert werden.

Komplexer zu überschauen wird der zu schützende Bereich in der Produktion. Zumal dann, wenn hier Transfer-Systeme Baugruppen auf Werkstückträger befördern. Begonnen beim Werkstückträger und endend beim zugehörigen Antriebsriemen des Transfer-Systemes gibt es hier nichts, was nicht Verursacher elektrostatischer Aufladungen und Felder sein kann.

**Pauschal kann man sagen:**

Alles was nicht aus Metall ist, könnte ein potenzieller Ladungsträger sein. Das gilt im besonderen für Kunststoffe, vor allem solchen in einer Farbe ungleich schwarz.

**Aber:**

Auch ein schwarzer Kunststoff kann isolierend sein, wenn er nicht besonders ausgerüstet ist. Und selbst bei Metallteilen muss auf richtige Erdung der Konstruktionsteile unter einander geachtet werden. Wobei die Erdung hier im elektrostatischen Sinne zu verstehen ist.

Alle Kunststoff-Artikel, die für den Einsatz im ESD - Bereich zugelassen sind, tragen ein entsprechendes ESD - Symbol. Meist ist das ein gelber Blitz. Oder es handelt sich um einen ausführlichen Ausdruck, der den Schriftzug ESD enthält.



ESD - Symbol auf einer Verpackung für gefährdete Bauelemente

Und andere Kunststoff-Artikel, außer denen mit ESD - Symbol, haben im ESD - geschützten Bereich nichts verloren!!

Dem Verfasser sind dabei gerade in „älteren“ ESD - Bereichen, in denen das Personal schon lange Zeit arbeitet, und die Sensibilisierung für Elektrostatik nachgelassen hat, viele gefährliche Objekte aufgefallen. Meist sind es private Gegenstände, die von Mitarbeitern achtlos am Arbeitsplatz abgelegt wurden. Getränkeflaschen, Butterbrotsdosen, Zigarettenschachteln, Plastiktüten von Lebensmitteln, Brillenetuis aus Kunststoff usw. seien hier nur als unvollständige Aufzählung erwähnt.

- ⇒ Aus diesem Grunde muss das Personal geschult werden.
- ⇒ In gewissen Abständen ist eine wiederholende Schulung durchzuführen.
- ⇒ Der Pausenraum muss ebenfalls außerhalb des ESD - geschützten Bereiches sein.
- ⇒ Und der Abteilungs- oder Gruppenleiter sowie der ESD-Beauftragte müssen sehenden Auges Kontrollgänge durch den ESD-Bereich machen.

## Wirkungsweise der Schutzmaßnahmen

Die unterschiedlichen Maßnahmen, die zum Schutz vor Gefahren durch Elektrostatik eingesetzt werden sind:

- ⇒ leitfähige Materialien, zur Ableitung elektrischer Energie, zum Beispiel ungeeignet für Baugruppen mit Batterien oder Akkus,
- ⇒ ableitfähige Materialien, im Gegensatz zu leitfähigen Materialien sind diese Stoffe im Sinne der Elektrostatik leitfähig. Das entspricht Widerständen im Bereich von etwa  $10^5$  bis  $10^8$  Ohm Ableitwiderstand (Siehe auch ZH1/200 bzw. neu BGR132 der BG Chemie).
- ⇒ gering aufladbare Materialien
- ⇒ abschirmende Stoffe.

## Kennzeichnungspflicht

Um die Gefährdung durch Elektrostatik allen Personen im Betrieb augenfällig zu machen, ist es zwingend notwendig, die ESD - Schutzzone auffällig zu kennzeichnen.



Diese beiden Schilder (links gelb, Hinweis beim Betreten der EPA sichtbar; rechts rot, Hinweis beim Verlassen der EPA sichtbar) zeigen dem Personal deutlich, wo die ESD-Schutzzone betreten und wann sie wieder verlassen wird.

Markierungen, z. B. durch Markierungsstreifen auf dem Boden, durch Ketten, Schranken oder Ähnliches, begrenzen den ESD - Schutzbereich zusätzlich.

Zugangskontrollen und Messsysteme für Schuhwerks- und Handgelenkband-Messungen am Eingang zum gefährdeten Bereich sensibilisieren weiterhin das Personal.

Alle Materialien im ESD-Bereich, begonnen bei der Verpackung und endend beim kleinsten Kunststoff-Teil, haben das ESD - Kennzeichen. Oder sie haben im ESD-Bereich nichts verloren!!

## „Störenfried“ Mensch

Wie so häufig ist auch in der ESD - Schutzzone der Mensch die größte Gefahrenquelle. Durch Unachtsamkeit, Versehen, Fehleinschätzungen der Situation verursachen Menschen, oftmals ohne bösen Willen, Ausfälle infolge von Elektrostatik.

Deshalb ist der Person am ESD - Arbeitsplatz auch besonderes Augenmerk zu schenken.

Unser Personal im ESD - gefährdeten Bereich muss:

- ⇒ ableitfähiges Schuhwerk tragen, damit sich die Person beim Gehen über den Fußboden, Hin- und Herrutschen auf dem Stuhl und anderen Bewegungen nicht aufladen kann, genau genommen ihre Ladung schnell wieder abgeben kann,
- ⇒ ableitfähige Kleidung tragen, dies sind z. B. ESD - T-Shirts, die sich von Haus aus nicht aufladen, dies sind ableitfähige Arbeitskittel, die geschlossen zu tragen sind und Kontakt zum Arm des Trägers haben müssen, und die auf diese Weise die persönliche und möglicherweise aufgeladene Kleidung gegen den Arbeitsplatz abschirmen,
- ⇒ bei entsprechend kritischen Bauelementen ESD - gerechte Schutzhandschuhe tragen, um besonders empfindliche Bauteile nicht schon beim Berühren zu zerstören,
- ⇒ sich über ein Handgelenkband und ein Spiralkabel an der Erdungsbox am Arbeitstisch elektrostatisch erden, weil die Erdung über Schuhwerk und Arbeitsstuhl nicht immer mit ausreichender Sicherheit gegeben sein kann (Siehe „worauf Sie achten sollten“).



Grundsätzlich ist für jede Person zu empfehlen:

- ⇨ Berühren Sie elektronische Bauteile und Baugruppen nur in ESD - geschützter Umgebung, achten Sie dabei darauf, selbst geerdet zu sein.
- ⇨ Gehen Sie immer davon aus, dass alle aktiven Bauelemente ESD - gefährdet sind.
- ⇨ Lagern und transportieren Sie ESD - gefährdete Bauteile und Baugruppen nur in geeigneter, ESD - geschützter Verpackung (→ ESD-Symbol auf der Verpackung oder dem Lagerkasten).
- ⇨ Überprüfen Sie externe und interne Quellen auf ESD - gerechte Transportmittel.
- ⇨ Seien Sie kritisch gegenüber jeglicher Art von Kunststoff im ESD - Schutzbereich.
- ⇨ Für den ESD - Beauftragten gilt:  
Messen Sie nach, wenn Ihnen ein Objekt, wie klein und unwichtig es auch scheint, suspekt ist.

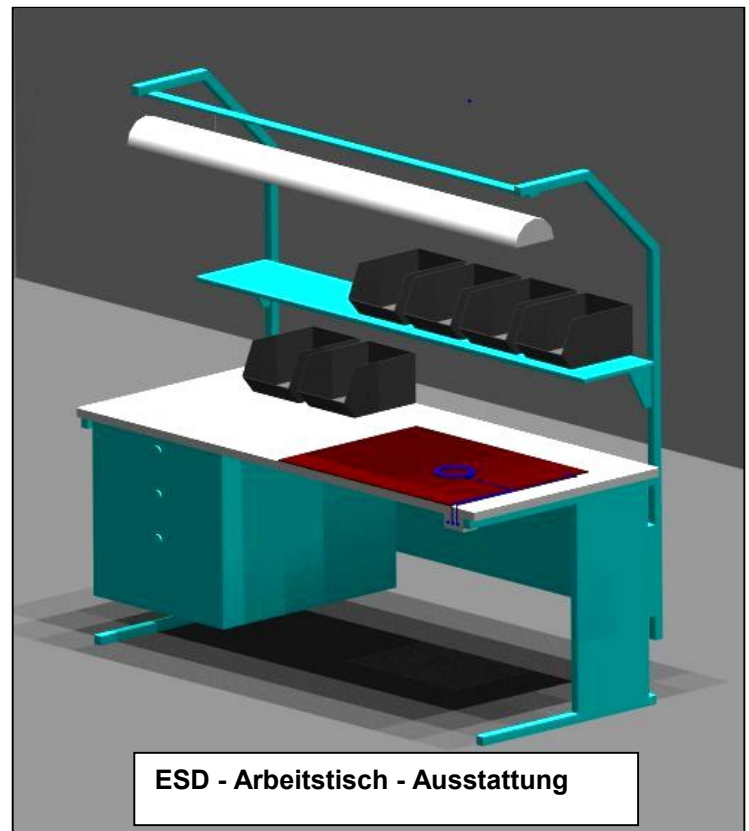
## Wie sieht ein ESD - Arbeitsplatz aus?

Das Personal trägt ESD - gerechte Kleidung und Ausrüstung:

- ableitfähiges Schuhwerk,
- Spiralkabel mit Handgelenkband,
- ableitfähige Kittel, die geschlossen zu tragen sind, dabei soll der Ärmel am Handgelenk Kontakt zur Haut haben (Erdung des Kittels über die Person).

Der Arbeitstisch:

- ist überall (Schubfachunterteilungen und andere Ein- und Anbauten nicht übersehen!) elektrostatisch ableitfähig,
- am Tisch befindet sich ein Erdungsbaustein für das Anschließen des Spiralkabels mit dem Handgelenkband,
- auf dem Tisch wird die Oberfläche des Möbels durch eine ESD - Schutzmatte geschützt, die ebenfalls mit einem Spiralkabel am Erdungsbaustein angeschlossen ist,
- der Tisch ist mit einem Erdungspunkt versehen, der wiederum am zentralen ESD - Erdungspunkt des Raumes geerdet wird,
- alle Aufbauten und Anbauten sind ESD - gerecht, also ableitfähig und mit EPA-Erde verbunden,
- am Boden liegt eine ESD - Fußbodenmatte, wenn nicht der gesamte Bereich einen elektrostatisch ableitfähigen Boden hat,
- Werkzeug in ESD -gerechter Ausführung zeichnet sich durch gelbschwarze Isolation am Griff von Schraubendrehern, Zangen und Seitenschneidern aus, es kann auch ein ESD - Symbol aufgeprägt sein,
- Ordnungshilfen wie Halter für Arbeitsvorschriften, Dokumentenhüllen, Papierkörbe, Ablagekörbe, Kugelschreiber etc. sind in ESD - geschützter Ausführung am Markt verfügbar.



ESD - Arbeitstisch - Ausstattung

Arbeitstisch - Umgebung:

- der Stuhl ist ableitfähig und hat gelbe ESD - Symbole auf den Rollen.
- Regale für die Lagerung von Baugruppen sind ableitfähig, bei Fachböden aus verzinktem Blech oder Edelstahl sind Behälter aus ableitfähigem Material sinnvoll, um keine zu harte Erdung (Schädigung von Batterien etc.) zu bewirken,
- Maschinen, Vorrichtungen u. ä. haben keine Kunststoffteile und sind am Unterbau (Tisch o.ä.) elektrostatisch geerdet,
- Transportwagen sind ableitfähig, die Rollen mit gelbem ESD - Symbol gekennzeichnet,

- der Boden ist auch nach längerem Gebrauch nicht durch Reinigungsmittel („Bohnerwachs“ o.ä.) isolierend geworden.

#### Verpackung und Lagerung:

- Verpackungsmaterialien wie
  - Beutel,
  - Transport-Behälter,
  - Greifschalen-Behälter usw.
- sind in ESD - geschützter Form ausgeführt.

## Worauf Sie besonders achten sollten

Achten Sie im Verlaufe der Zeit darauf, dass ortsveränderliche Objekte wie Rolltische, Rollcontainern am Arbeitsplatz, Rollwagen und Stühle ihre Ableitfähigkeit zum Boden behalten!

Prüfen Sie mit geeigneten Messgeräten in gewissen Abständen (z. B. monatlich) die Ableitfähigkeit dieser Gerätschaften. Denn Staub am Boden wird von den Rollen aufgesammelt und führt im Laufe der Zeit zur Isolation der Oberfläche. Dann ist die Ableitfähigkeit des fraglichen Objektes nicht mehr gewährleistet!

Achten Sie auf alles, was Mitarbeiter „eingeschleppt“ haben könnten. Besonders auf alle Arten von Kunststoff in jeder nur denkbaren Erscheinungsform.

## Was tun, wenn Geräte keine ableitfähigen Oberflächen haben?

Überall dort, wo aufladbare Oberflächen oder Materialien nicht vermieden werden können, haben sich Ionengebläse bewährt. Sie sorgen dafür, dass gefährliche Aufladungen im Keim erstickt, sprich durch eine neutralisierende Ionenwolke permanent neutralisiert werden.

Sie stehen in verschiedenen Versionen zur Verfügung:

- Ionenpistolen, verfügen zusätzlich zur Ionisation über einen reinigendem Luftstrahl zum Abblasen von Staubpartikeln,
- kleine Gebläse zur Aufstellung auf dem Tisch, wenn der kritische Bereich so wirkungsvoll ionisiert werden kann,
- Überkopf-Gebläse zur Montage über dem Arbeitsplatz, wobei diese Gebläse dann sinnigerweise den gesamten Tischbereich erreichen sollten.



## Vertrauen ist gut ....

Diesen Satz kennen wir alle zur Genüge. Für den ESD - Beauftragten heißt das, er sollte über ein Minimum an Gerätschaften verfügen, um sich „on the flight“ ein Bild suspekt aussehender Objekte machen zu können.

### Widerstandsmessung

Sie ist die im ESD -Schutzbereich zweifellos häufigste Messmethode.

Dafür ausreichend kann ein kleines Handmessgerät sein, mit dem man schnell und einfach erkennen kann, ob Material, Gerät, Oberfläche oder Werkstoff ableitfähig sind. Mit dem im Bild dargestellten Gerät kann man auch gegen den Erdungsbaustein messen und so überprüfen, ob das fragliche Objekt ausreichend leitend und auch ausreichend gut an Erde liegt.

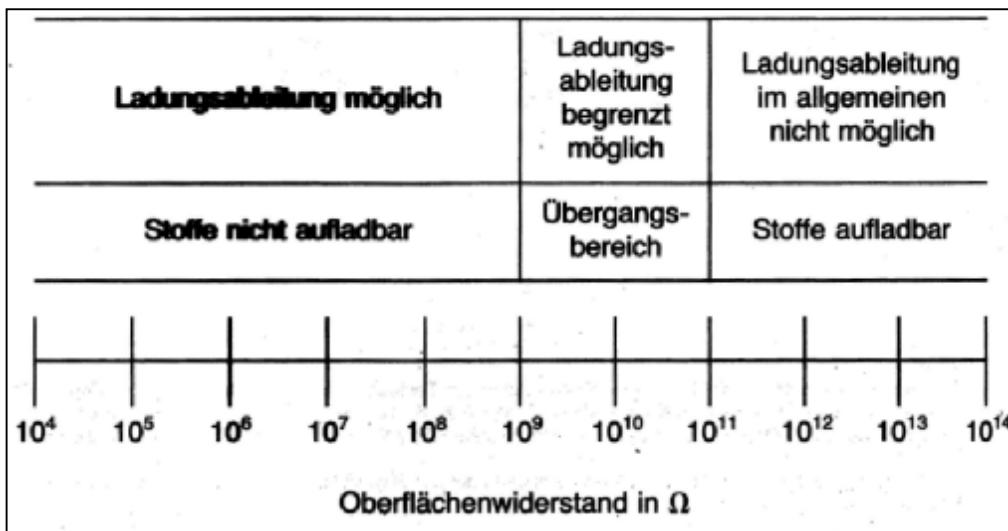


**Bild links:**  
einfaches Widerstandsmessgerät



**Bild rechts:**  
Personen- und Handgelenkband-Tester

Genauere Messungen verlangen normgerechte Widerstands-Messgeräte und genormte Mess-Elektroden.



Die Tabelle aus der BG-Vorschrift ZH 1/200 (aktueller Name BGR132) gibt einen kurzen Überblick über das elektrostatische Verhalten abhängig vom Oberflächenwiderstand.

Für eine schnelle Beurteilung der Oberflächen sollten diese Richtwerte ausreichen. Die genauen zulässigen Grenzwerte für Widerstände im Bereiche der ESD - Schutzzone sind in der Norm DIN EN 61340-5-1 nachzulesen.

**Feldstärke-Messung**

Feldstärke-Messgeräte messen die elektrostatische Aufladung. Die Dimension der Feldstärke ist Spannung/Messabstand, also kV/m oder V/mm. Voraussetzung für eine ideale Messung ist ein homogenes Feld, was aufgrund der Form und Größe des Messobjektes nicht immer gegeben ist. Außerdem geht der Messabstand linear in das Messergebnis ein. Das alles macht die Feldstärkemessung für den weniger geübten Anwender etwas unhandlich.

Außerdem: In vielen Fällen kommt diese Messung schon zu spät. Denn die hohen Feldstärken, die wir möglicherweise messen, können bereits verheerende Ausfälle verursacht haben.

### Charge-Plate-Monitor

Gängig sind Feldstärke-Messgeräte dagegen zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Ionisatoren, in Verbindung mit einer definierten, aufgeladenen Metallplatte als sogenannter Charge-Plate-Monitor. Die Metallplatte wird auf eine definierte Spannung von 1000V DC (+ und danach -) aufgeladen. Der eingeschaltete Ionisator, Ionengebläse oder stationäre Entlade-Elektrode ohne Luftunterstützung, muss innerhalb einer Zeit von maximal 20 Sekunden für eine Reduzierung der Aufladung auf 100V sorgen.



Bild rechts:  
Charge-Plate-Monitor mit Konverter für Test-Spannung

## Beispiele für Widerstands-Grenzwerte im ESD-Bereich

Pauschal kann man sagen, dass alle Materialien und Werkzeuge im ESD - Schutzbereich Widerstände den Bereich von  $7,5 \times 10^5$  bis ca.  $10^8$  Ohm einhalten sollten. Für eine schnelle, oberflächliche Betrachtung ist dieser Wert in vielen Fällen ausreichend, um Gefahren durch Elektrostatik weitgehend vorzubeugen.

Dabei sorgt der minimale Wert für Sicherheit des Personales beim Arbeiten an Baugruppen, die an Netzspannung angeschlossen sind oder sein könnten.

Der maximale Wert stellt die obere Grenze für die Ableitfähigkeit dar.

### Hier nun einige Grenzwert-Beispiele:

#### Arbeitsoberflächen:

- ⇒  $7,5 \times 10^5 - 1 \times 10^9$  Ohm gegen Erdungspunkt EPA
- ⇒  $1 \times 10^4 - 1 \times 10^{10}$  Ohm Punkt-zu-Punkt-Widerstand

#### Fußboden, verlegt:

- ⇒  $7,5 \times 10^5 - 1 \times 10^9$  Ohm (Widerstand gegen EPA-Erde)
- ⇒  $7,5 \times 10^5 - 3 \times 10^7$  Ohm,  
wenn das System Fußboden-Schuhwerk als Hauptmaßnahme zur Personenerdung verwendet wird.

#### Handgelenkbänder:

- ⇒  $\leq 1 \times 10^5$  Ohm, ungetragen,
- ⇒  $7,5 \times 10^5 - 3,5 \times 10^7$  Ohm, getragen

#### Kabel für Handgelenkbänder:

- ⇒  $7,5 \times 10^5 - 5 \times 10^6$  Ohm

#### Werkzeuge:

- ⇒ Oberflächenwiderstand  $10^6 - 10^9$  Ohm

#### Schuhwerk, getragen:

- ⇒  $7,5 \times 10^5 - 3,5 \times 10^7$  Ohm

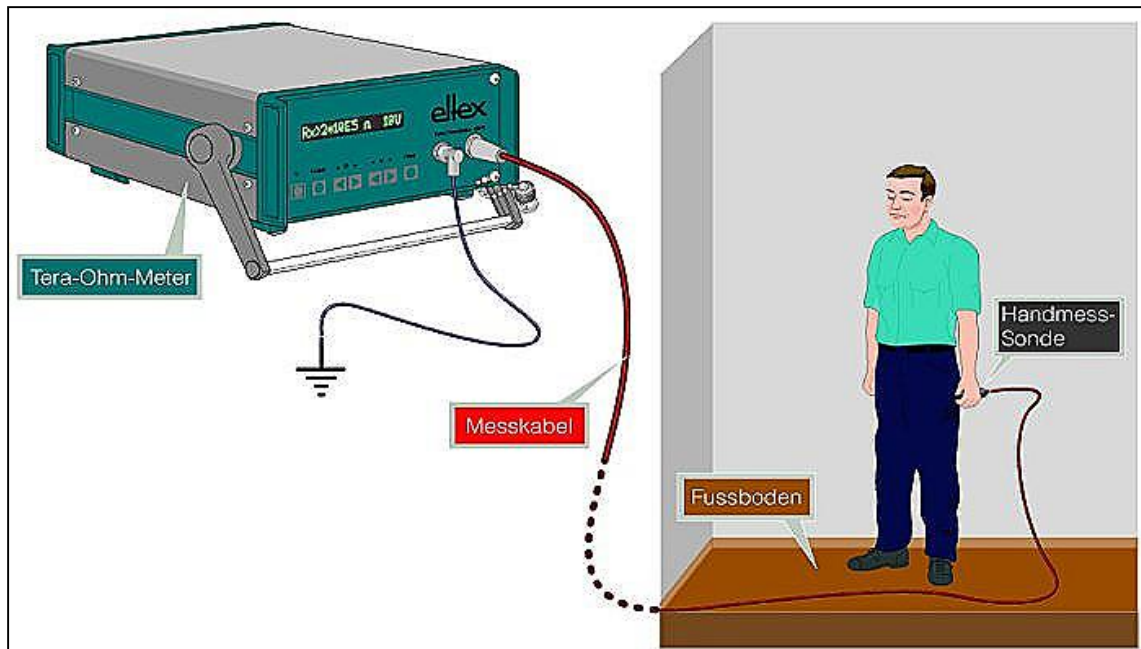
### Verpackungsmaterial:

Die Norm 61340-5-1 definiert bei Verpackungsmaterialien folgende Eigenschaften:

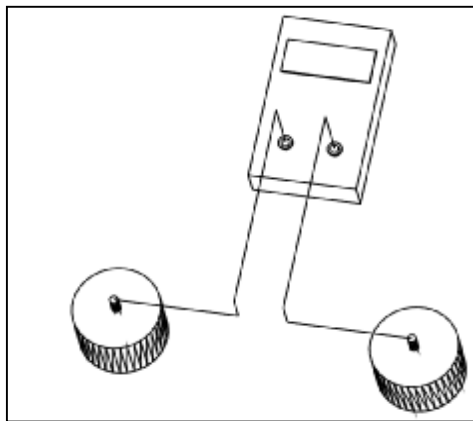
- ⇒ gering aufladbar,
- ⇒ Schirmwirkung gegen elektrostatische Entladung,
- ⇒ elektrostatisch leitfähig (Oberflächenwiderstand  $\geq 1 \times 10^2$  bis  $\leq 1 \times 10^5$  Ohm)
- ⇒ elektrostatisch ableitend (Oberflächenwiderstand  $\geq 1 \times 10^5$  bis  $\leq 1 \times 10^{11}$  Ohm)
- ⇒ isolierend (Oberflächenwiderstand  $\geq 1 \times 10^{11}$  Ohm)  
➔ für den ESD - Bereich (EPA) ungeeignet!!

## Beispiele für Messaufbauten

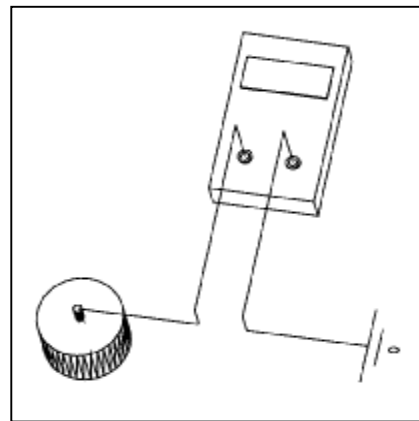
Messung von Schuhwerk und Fußboden:



Die Skizzen zeigen Beispiele für die Widerstandsmessung:



Messaufbau „Oberflächenwiderstandsmessung“  
oder auch „Punkt-zu-Punkt-Messung“



Messaufbau gegen EPA-Erdungspunkt



