



Mitarbeiterschulung ESD-Schutzmaßnahmen DIN EN 61340-5-1

Lars Fischer
ESD-Koordinator
Durchwahl: -8472
lars.fischer@mtssensors.com

Guten Tag und herzlich willkommen!

Jährliche Mitarbeiterunterweisung gem. DIN EN 61340-5-1

- ESD-Schutzmaßnahmen bei MTS SENSORS in Lüdenscheid



Steigerung des ESD-Bewusstseins und Einhaltung der ESD-Vorsichtsmaßnahmen

Inhalt

1. Definition
2. Aufbau der Materie
3. Entstehung
4. Triboelektrische Reihe
5. Influenz
6. Ausfallverteilung
7. ESD-Schutzmaßnahmen
8. ESD-Verpackungen
9. Persönliche Schutzausrüstung
10. ESD-Aushang



Definition und Ursache

Was ist ESD?

ESD steht für „**E**lectro-**S**tatic-**D**ischarge“, was zu Deutsch für „Elektrostatische Entladung“ steht.

- Es ist ein natürliches Phänomen
- Es entsteht durch Reibung oder Trennung von Materialien
- Für den Menschen bis zu einer bestimmten Größe „unsichtbar“
- Lässt sich durch ESD-Schutz sicher vermeiden und kontrollieren

Bekannte Beispiele für elektrostatische Entladungen, die wir alle kennen:

- Blitze (Gewitter)
- Stromschläge beim Berühren von Türgriffen
- Pulli über den Kopf ziehen
- Katzenfell streicheln



Warum sollten wir etwas über ESD-Schutz wissen?

- ESD sieht meist „harmlos“ aus, kann jedoch Schäden mit verheerenden Folgen an elektronischen Komponenten und Baugruppen verursachen.
- ESD ist eines der größten Probleme in der Elektronikindustrie.

ESD ist eine unsichtbare Gefahr!

- Menschen spüren ESD erst ab einer Spannung von etwa 3500 Volt.
- Schäden an Elektronik-Komponenten können jedoch schon bei Entladespannungen ab 100 Volt verursacht werden.
- Sie sehen, hören, schmecken und fühlen nichts und die Bauteile können bereits beschädigt sein.

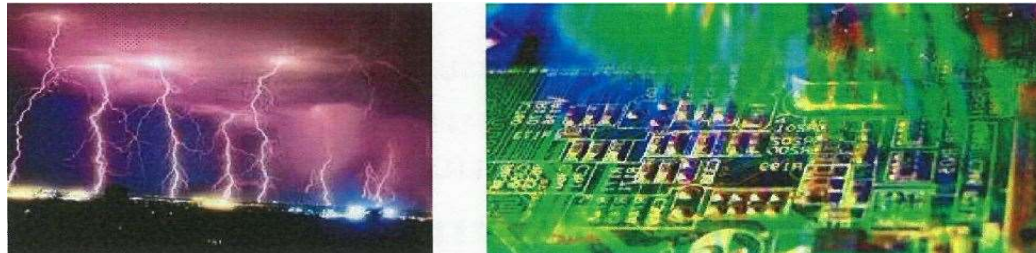


Warum sollten wir etwas über ESD-Schutz wissen?

ESD verursacht:

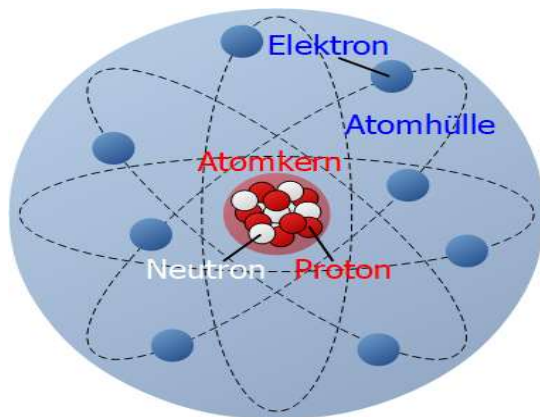
- Ausfall von Komponenten und damit Ausfall von Geräten, Systemen und Anlagen
- Hohe Ausschuss- Qualitäts- und Reparaturkosten
- Unzufriedene Kunden bis hin zu....
- Gewährleistungsansprüchen und sogar Produkthaftungsschäden!

ESD-Schäden sind vermeidbar!



Aufbau der Materie

- Alle Materien bestehen im Grundsatz aus Atomen
- Ein Atom besteht aus dem Kern und einer Hülle
- Der Kern besteht aus Neutronen (neutral) sowie Protonen (positiv)
- In der Hülle kreisen Elektronen (negativ) um den Kern
- Im neutralen Zustand ist die Anzahl der Protonen (+) und der Elektronen (-) identisch, das bedeutet, die positiven und negativen Ladungen sind ausgeglichen (Ladungsdifferenz = 0 Volt)
- **Die Anzahl der Elektronen eines Atoms kann verändert werden:**



- Es können Elektronen hinzugefügt oder entfernt werden
- Dadurch kommt es zu Ladungsunterschieden im Atom und gegenüber anderen Atomen

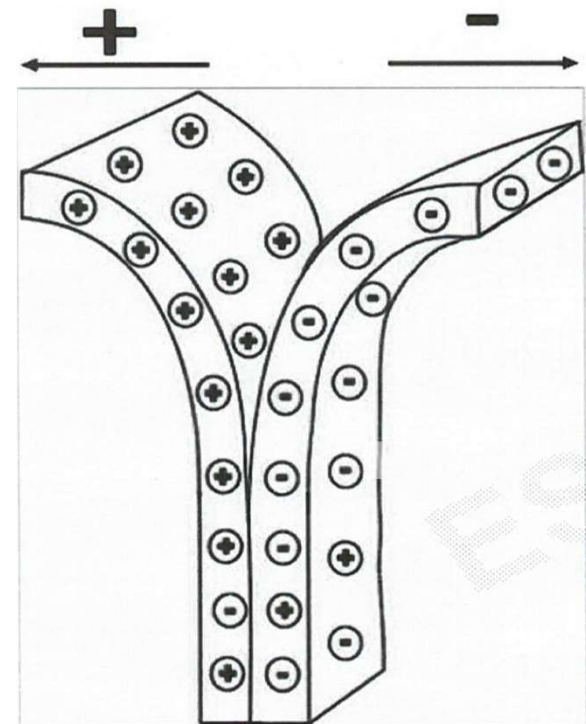
ESD-Elektrostatische Entladung

Wie entsteht ESD?

Elektrostatische Aufladungen entstehen, wenn zwei Materialien aneinander gerieben oder voneinander getrennt werden.

Die Elektronen (Ladungen) ordnen sich unterschiedlich auf den beiden Materialien an und erzeugen so ein Ungleichgewicht der Ladungen auf den Objekten.

In der Fachsprache nennt man dieses Phänomen **„Triboelektrizität“** (Reibungselektrizität).



ESD-Elektrostatische Entladung

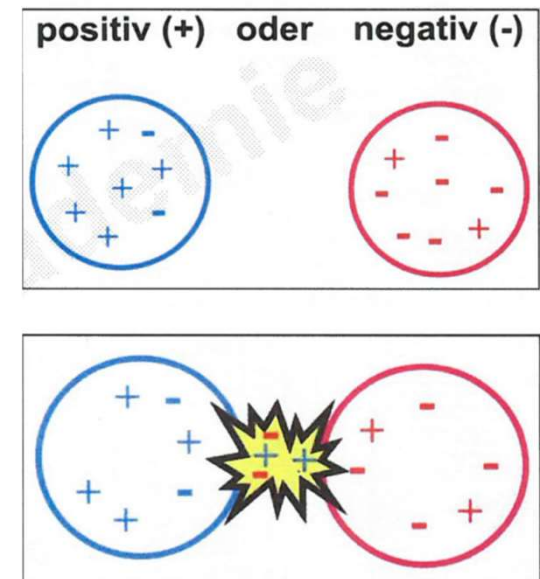
Wie entsteht ESD?

Jedes Objekt kann eine elektrostatische Aufladung tragen:

Werden zwei Gegenstände gerieben oder getrennt, entstehen Aufladungen (Reibungselektrizität), wie z.B. beim Gehen über einen Fußboden.

Nähern sich Gegenstände mit unterschiedlichen elektrischen Potential, so kann die Ladung sich schlagartig entladen.

Diesen „schlagartigen“ Elektronenfluss nennt man ESD



Wie entsteht ESD?

Die „Triboelektrische Reihe“

Wie stark und in welcher Polarität sich Materialien aufladen, bestimmt die „Triboelektrische Reihe“



Asbest
Glas
Menschliches Haar
Wolle
Aluminium
Papier
Polyurethan
Stahl
Hartgummi
Polyester
PVC
Styropor
Teflon
Silikon



Wie entsteht ESD?

Aufladungen können auch induziert werden!
(Influenz oder auch elektrostatische Induktion genannt)

Baugruppen können schon dadurch aufgeladen werden, wenn sie sich ohne Schutz in der Nähe von aufgeladenen Materialien (z.B. Kleidung) befindet oder abgestellt wird.

Deshalb ist ESD-Kleidung in der Fertigung wichtig.

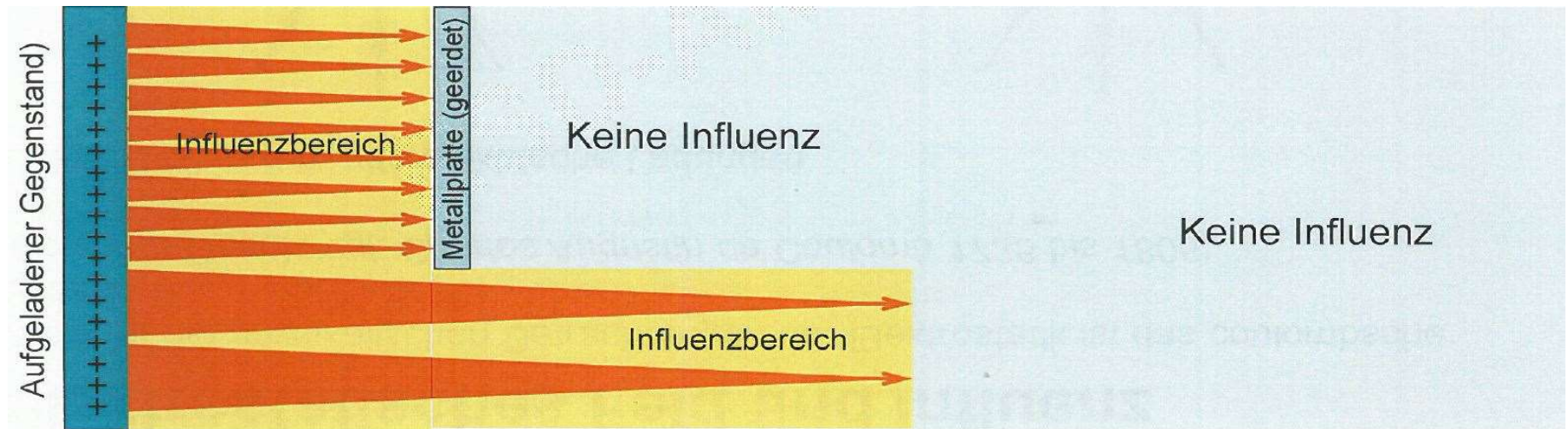
Wird die Elektronik mit der Hand, einem LötKolben etc. berührt, wird sie sich schlagartig entladen.

Elektrostatisches Feld und Influenz

Elektrostatische Aufladungen auf Gegenständen erzeugen elektrostatische Felder, welche sich als Vektor (gradlinig) von der aufgeladenen Oberfläche ausgehend ausbreiten.

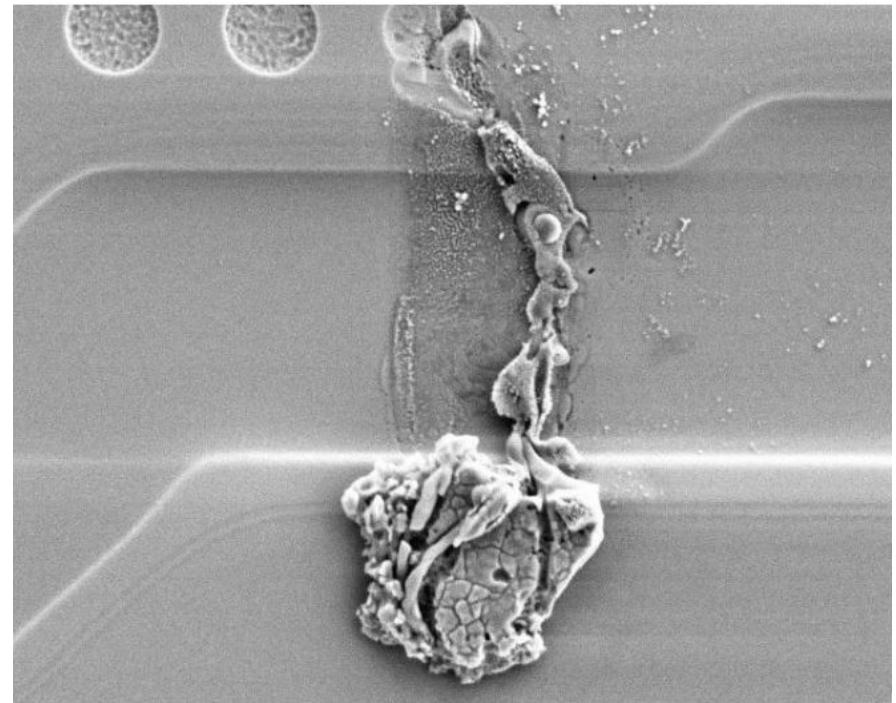
Je weiter man sich vom aufgeladenen Gegenstand entfernt, desto schwächer wird die Wirkung des elektrostatischen Feldes.

Ein elektrostatisches Feld kann durch leitfähige (geerdete) Materialien abgeschirmt werden.



ESD-Schutz: Grundlagen für die Industrie

- ESD- Schäden sind mit dem bloßen Auge nicht sichtbar
- Elektronenmikroskope helfen ESD-Schäden sichtbar zu machen
- ESD- Ausfälle fallen erst nach Tagen, Wochen oder Monaten während des Betriebes beim Endkunden auf
- Bei ESD- Schäden sprechen wir von einer Vorschädigung
- Folgen für die betroffenen Unternehmen:
 - Reklamationen, teure Garantieleistungen und der Verlust des Kundenvertrauens
- ✓ ESD-Schutz Grundlagen müssen konsequent und vom ganzen Unternehmen eingehalten werden

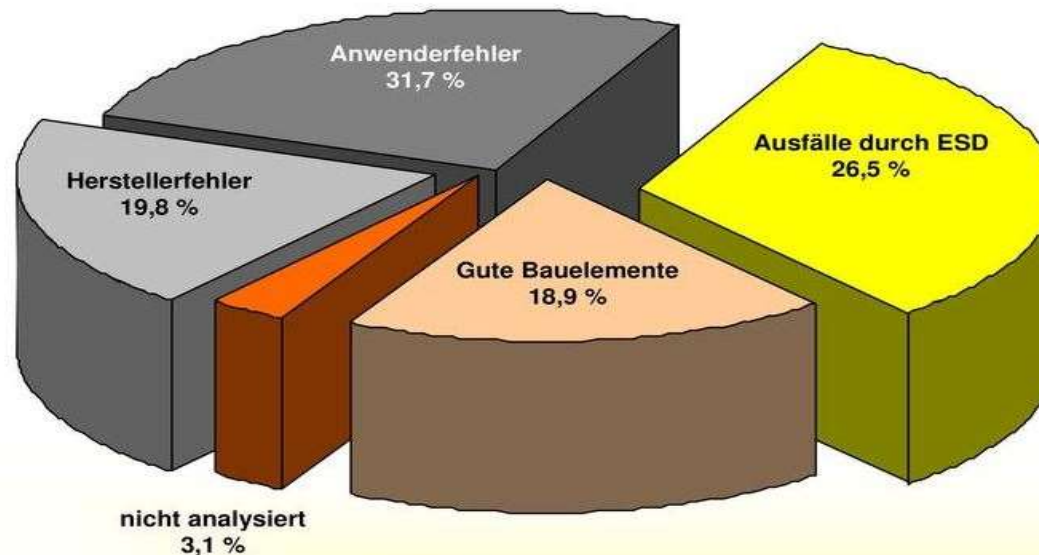


ESD-Schäden wie dieser Überschlagstrompfad sind nur mit Hilfe eines Elektronenmikroskops sichtbar.

Ausfallverteilung von Halbleiterschaltungen

Statistik eines Halbleiterherstellers:

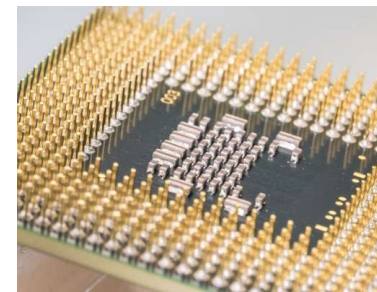
Ca. 25% der als defekt zurückgelieferten Bauteile weisen einen ESD-Schaden auf.



ESD-Elektrostatische Entladung

Wieso ist ESD-Schutz wichtig?

- ✓ Erhöhung der Produktqualität
- ✓ Senkung der Fehlerkosten und Fehlerquoten
- ✓ Erfüllung von branchenüblicher Qualitätssicherungsstandards
- ✓ Weltweiter Standard und seit Jahren Stand der Technik
- ✓ Bei Lieferanten: Erfüllung von Kundenforderungen
- ✓ **Im Fehlerfall wird bei Rückwärtsbetrachtungen der gesamten Produktentstehungskette in der Regel dem ersten Unternehmen mit mangelhaftem ESD-Schutz die Fehlerursache zugesprochen**



ESD-Elektro Statische Entladung Maßnahmen nach DIN EN 61340-5-1

Ladungen ableiten

- Leitfähige Schuhe
- Leitfähiger Fußboden / Oberfläche
- Alle Komponenten und Beteiligte auf gleiches Potential (Spannungsebene) bringen / auf Masse-Potential bringen („erden“)



Aufladungen verhindern

- Schuhe / Kleidung
- Bauteile werden von der Anlieferung bis zum Einbau in der Fertigung in ESD-Verpackungen transportiert
- Kein Umlagern im Wareneingang in Transportbehälter, die nicht ableitfähig sind



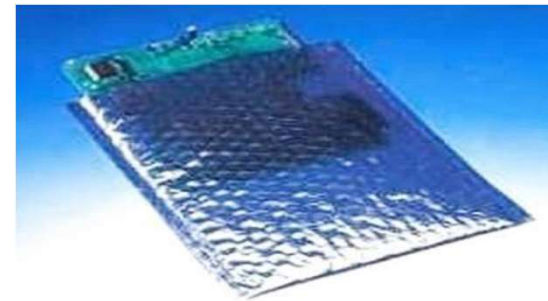
ESD-Elektro Statische Entladung Maßnahmen nach DIN EN 61340-5-1

Verpackungen für ESD-empfindliche Bauteile müssen aus leitfähigen Materialien (Kunststoffen) bestehen:

- Durch Füllstoffe leitende oder metallbedampfte Folien
- Leitende Füllmaterialien und Schaumstoffe
- Kein Styropor oder gewöhnliche Folien!

Hinweis:

Die ableitfähige Verpackung zeigt von außen immer das ESD-Symbol, d.h. nicht öffnen ohne ESD-Maßnahme!



Transportbehälter bestehen aus speziell hergestelltem Kunststoff, mit Zusatz von **Leitfähigkeitsadditiven** (ESD-Kunststoff)





ESD-Elektro Statische Entladung Maßnahmen nach DIN EN 61340-5-1

Umgang mit Prozessrelevanten Isolatoren am Beispiel der RGL:

- Isolatoren können durch Erdung nicht entladen werden. Ionisatoren neutralisieren durch ionisierte Luft die Oberflächen von aufgeladenen Kunststoffen (Fönprinzip).
- Erfolgt keine Ionisierung, muss ein Mindestabstand von 30cm zur ESDS (ESD empfindliche Elektronik) eingehalten werden.
- Entnehmen Sie nur einzeln die Ware aus den Greifschalen.
- Stellen Sie die Greifschalen nicht auf den Tisch.
- Auch Klebeband-Abroller mit isolierendem Klebeband sind eine elektrostatische Bedrohung und dürfen nur auf den Tischen mit mindestens 30cm Abstand zur Elektronik (ESDS) abgestellt werden.



ESD-Elektro Statische Entladung Maßnahmen nach DIN EN 61340-5-1

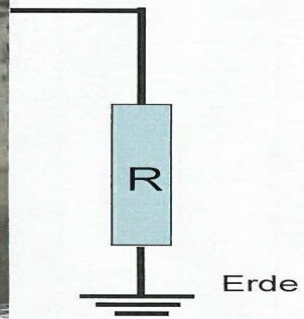
Arbeitsumfeld / EPA Schutzzone

- Bei MTS erkennen Sie eine EPA am gelben Bodenmarkierungsband „ESD Protected Area“
- EPA-Bereiche: WE, MH, RGL, Kabel, Automotive und Entwicklung
- Arbeitstische mit leitfähiger Oberfläche: Erdung über einen Widerstand von 1M Ω (1 Mio. Ohm) am Schutzleiter
- Leitfähiger Fußboden: Erdung über einen Widerstand von 1M Ω am Schutzleiter
- Leitfähige Arbeitsstühle
- Transportwagen mit leitfähigen Rollen und einer leitfähigen Ablagefläche
- Ionisierte Luft, wenn zwingend aufladbares Material (Isolator) verwendet werden muss.



ESD-Elektro Statische Entladung
Maßnahmen nach DIN EN 61340-5-1

Prinzip der ESD-Schutzzone (EPA)



ESD-Elektro Statische Entladung Maßnahmen nach DIN EN 61340-5-1

Persönliche Schutzausrüstung

- Handgelenk-Erdungsbänder mit Spiralkabel zur Personenerdung sind immer Pflicht, außer an den Messtischen
→ Auftretende Ladungen werden abgeleitet
- Leitfähige Schuhe
→ Auftretende Ladungen werden abgeleitet und verhindern Aufladungen durch Reibung beim Gehen
- Leitfähige antistatische Arbeitskleidung
→ Verhindert elektrische Felder durch die Kleidung



ESD-Elektro Statische Entladung Maßnahmen nach DIN EN 61340-5-1

Personenausrüstungen / Bekleidung

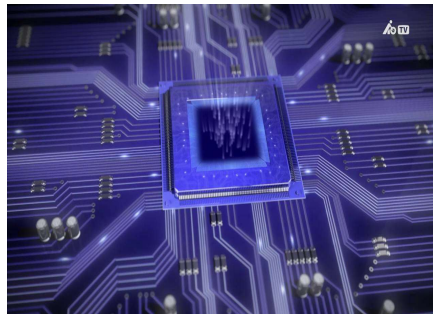
Die ESD- oder ableitfähige Arbeitsbekleidung hat zwei Funktionen:

- Vorhandene Ladungen ableiten oder Entstehung verhindern
- Elektrostatische Ladungen auf der Person abschirmen, d.h. von den empfindlichen Bauelementen fernhalten

Wichtig:

Bitte tragen Sie, sofern Sie in der Fertigung an Elektronik arbeiten, keine privaten **Schals** oder **Halstücher**. Diese haben überwiegend einen hohen Synthetik-Anteil und können ESD-Schäden verursachen.





ESD – Aushang

Zutrittsbestimmungen und Verhaltensregeln für den Zutritt zu einer ESD – Schutzzone / EPA



Zutritt zur ESD-Schutzzone



1 Zugang nur für geschultes Personal oder in Begleitung eines Verantwortlichen

**ACHTUNG
ESD GESCHÜTZTER BEREICH**
VORSICHTSMASSNAHMEN
BEI HANDLUNG
ELEKTROSTATISCH
ENTLADENGEFÄHIGER
BAUELEMENTE
BEACHTEN

2 Anlegen der persönlichen Schutzausrüstung:

- ESD Kleidung
- ESD Schuhwerk
- Handgelenkbänder

3

- Die ESD-Kleidung muss ordnungsgemäß und geschlossen getragen werden.
- Kontaktband von Überschuhen oder Fernsenbändern richtig anlegen.

4 Täglich vor dem Betreten der EPA persönliche Schutzausrüstung überprüfen und die Messung dokumentieren

ESD-VERHALTENSREGELN

Bei sitzenden Tätigkeiten das Handgelenkbänder tragen und anschließen.

Handhabungsvorschriften elektronischer Bauteile beachten. Ablage von ESDS auf metallischen Flächen verboten.

Isolierende Ablagen und aufladbare Materialien sind in der EPA verboten.

Nur ESD-geeignete Behälter und Verpackungen verwenden.

Essen und Trinken sind am Elektronikarbeitsplatz verboten. Auf Ordnung und Sauberkeit ist zu achten.

Nur geeignete Reinigungs- und Pflegemittel in der EPA verwenden.

Defekte und fehlende ESD-Schutzmaßnahmen umgehend dem ESD-Koordinator melden.

Bei Fragen wenden Sie sich an den ESD-Koordinator!



Zusammenfassung:

- Elektrostatische Aufladungen entstehen durch Reibung oder Trennung von Materialien, man spricht auch von „Triboelektrizität“
- Die Stärke und Polarität der Aufladung hängt im Wesentlichen von den Materialien und der umgebenden Luftfeuchte ab
- Berühren sich unterschiedlich aufgeladene Gegenstände, so kann es zu einer elektrostatischen Entladung (ESD) kommen
- Elektrostatische Aufladungen erzeugen elektrostatische Felder, welche sich durch die sog. „Influenz“ auf benachbarte Objekte übertragen können
- Menschen spüren elektrostatische Entladungen erst ab ca. 3500 Volt aufwärts

ESD ist ein sehr ernstes Problem der Elektronikbranche:

- Moderne elektronische Bauteile sind schon ab 100 Volt gefährdet
- ESD führt häufig „nur“ zu einer Vorschädigung elektronischer Bauteile
- Vorgeschiedigte Bauteile fallen dann später im Feld, also beim Kunden aus



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Lars Fischer
ESD-Koordinator
Durchwahl: -8472
lars.fischer@mtssensors.com



Level Plus®

be certain.