

# Fehlerhafte Handhabung von Verpackungsmitteln in der EPA

*Jörg Thürmer<sup>1</sup> und Christian Hinz<sup>2</sup>*



*(1) EPA Design & Control, Lürader Weg 6a, D-21077 Hamburg, [www.epa-dc.de](http://www.epa-dc.de)*

*(2) Stat-X Deutschland GmbH, Französische Straße 12, 10117 Berlin, [www.stat-x.com](http://www.stat-x.com)*

*Mit freundlicher Unterstützung durch: Variotech GmbH, Lise-Meitner-Str. 12, D-48529 Nordhorn, [www.variotech.de](http://www.variotech.de)*

# Vortragserarbeitung

- Messungen und Erarbeitung - Jörg Thürmer - EPA-Design und Control - langjährige Erfahrung im ESD-Schutz von der Halbleiterei bis zur befähigte Person BGRCI - technische Regel Gefahrstoffe 727
- Unterstützung durch zur Verfügungstellung von Materialien - Variotech GmbH -Hersteller von Tiefziehtrays
- Unterstützung bei der Ausarbeitung und Vortrag - Christian Hinz - Stat-X Deutschland GmbH - Externer ESD-Koordinator und Berater für den externen ESD-Schutz



# Gliederung

---

- Motivation
- Ursachenermittlung
  - Fehlende normative Forderung
  - Kaufmännische Erwägungen
  - Mangelndes technisches Verständnis
- ESD Risiken in der Handhabung
  - Theoretische Grundlagen
  - Verifikation
  - Verbesserung
- Zusammenfassung
- Danksagung

# Motivation

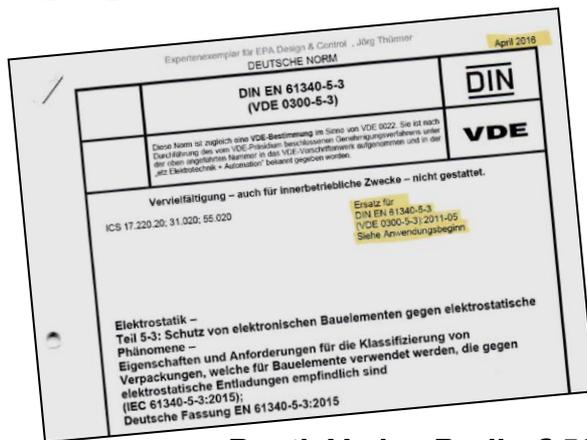
---

- Vortrag im Rahmen eines Technologietages bei einem Hersteller für Tiefziehtrays.
- Die Qualität von Tiefziehtrays ist aufgrund vieler Faktoren schwankend.
- In Kombination mit isolierenden Teilen der Ladeeinheit kann es zu ESD-Schäden kommen, die dann oft auf die Trays zurückgeführt werden.



# Ursachenermittlung - Normen

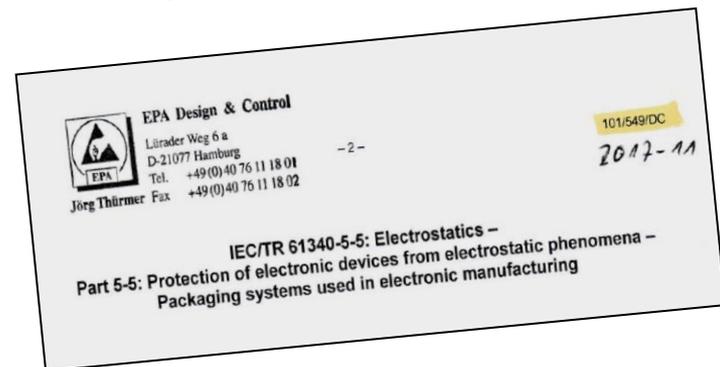
- aktuelle Normen für ESD Schutzverpackungen
- DIN EN 61340-5-3 2016-04 und -5-5
- Eigenschaften und Anforderungen für die Klassifizierung von Verpackungen, welche für Bauelemente verwendet werden, die gegen elektrostatische Entladungen empfindlich sind.



Beuth Verlag Berlin € 56,22

## Normenkritik

**Handhabung von ESD-Verpackungen dürftig.  
Gefahr durch Influenz kaum abgedeckt**



**Arbeitspapier DKE K 185 / IEC TC 101 für einen TR  
Packaging systems used in electronic manufacturing**

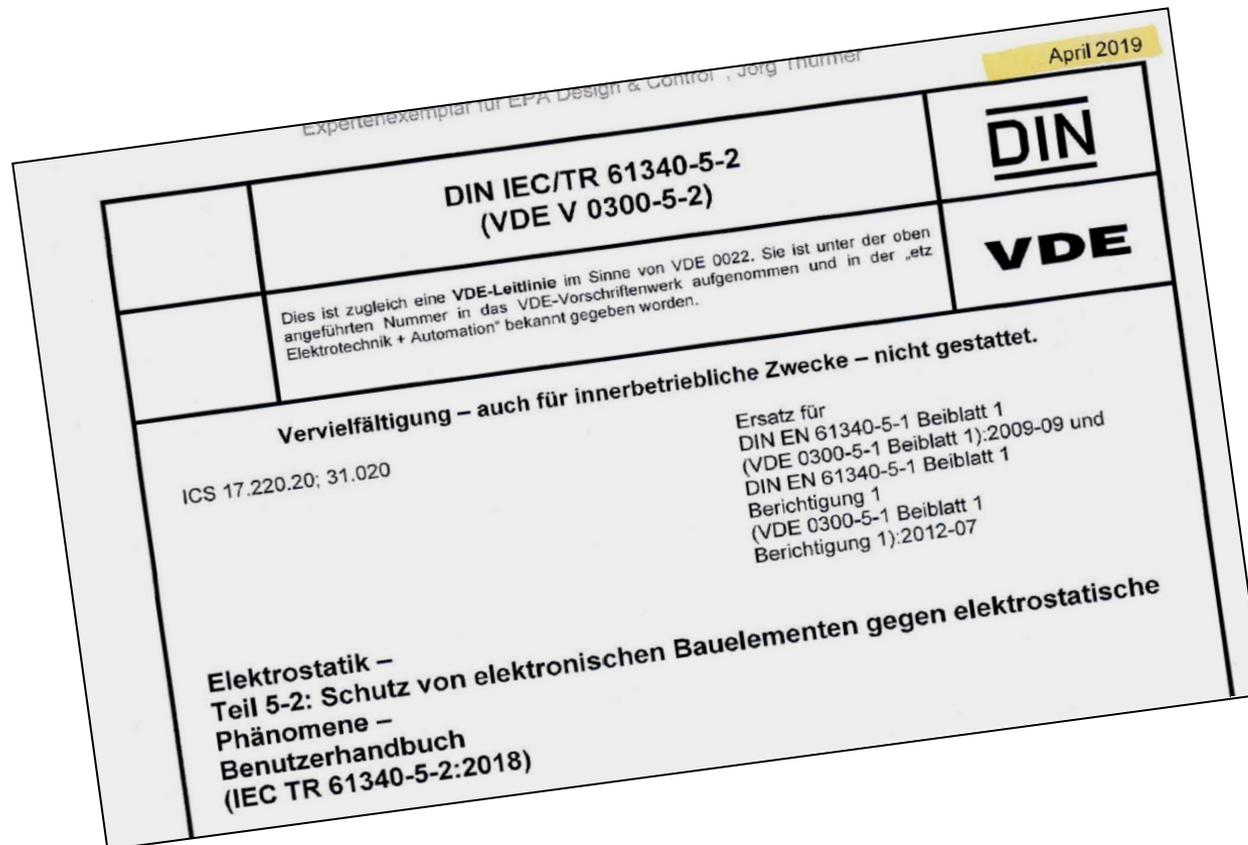
## Normenkritik

**Handhabung von ESD-Verpackungen wird verbessert.  
Gefahr durch Influenz angesprochen.**

Fehlerhafte Handhabung von Verpackungsmitteln in der EPA - 5

# Ursachenermittlung - Normen

- DIN EN 61340 -5-2 4 2019 Benutzerhandbuch - Elektrostatik-Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene – Benutzerhandbuch



## Normenkritik

**Gefährdung durch E –  
Felder, Influenz  
abgedeckt.**

**CDM Risiko,  
Risiko durch Isolatoren,  
Influenz wird noch kaum  
angesprochen.**

# Ursachenermittlung - Automobilvorgaben

- Empfehlungen der Automobil-Industrie
- VDA 4504 Elektrostatisch ableitendes Kleinladungsträger- ( KLT ) System, Teil 1 November 2015.

<b>VDA</b>	<b>Elektrostatisch ableitendes Kleinladungsträger (KLT)- System Teil 1 (Technische Empfehlung)</b>	<b>4504</b>
Mit Teil 1 dieser unverbindlichen Empfehlung wird ein einheitliches, mechanisch und manuell handhabbares Kunststoff-Kleinladungsträger-System vorrangig für elektrische und elektronische Bauteile definiert, das in der Automobilindustrie im Warenverkehr zwischen Zulieferindustrie und Automobilherstellern eingesetzt wird. Die Empfehlung ist das Projektergebnis der Zusammenarbeit des VDA Center of Competence (CoC) Packaging.		
8. Ausgabe (ersetzt 7. Ausgabe vom Oktober 2014)		

<b>VDA Center of Competence Packaging</b>		
Herausgeber:	Verband der Automobilindustrie Behrenstraße 35 10117 Berlin Telefon 030/897842-0 Telefax 030/897842-600 Internet: <a href="http://www.vda.de">www.vda.de</a>	Copyright Nachdruck und jede sonstige Form der Vervielfältigung ist nur mit Angabe der Quelle gestattet.
<b>VDA</b>		Verband der Automobilindustrie

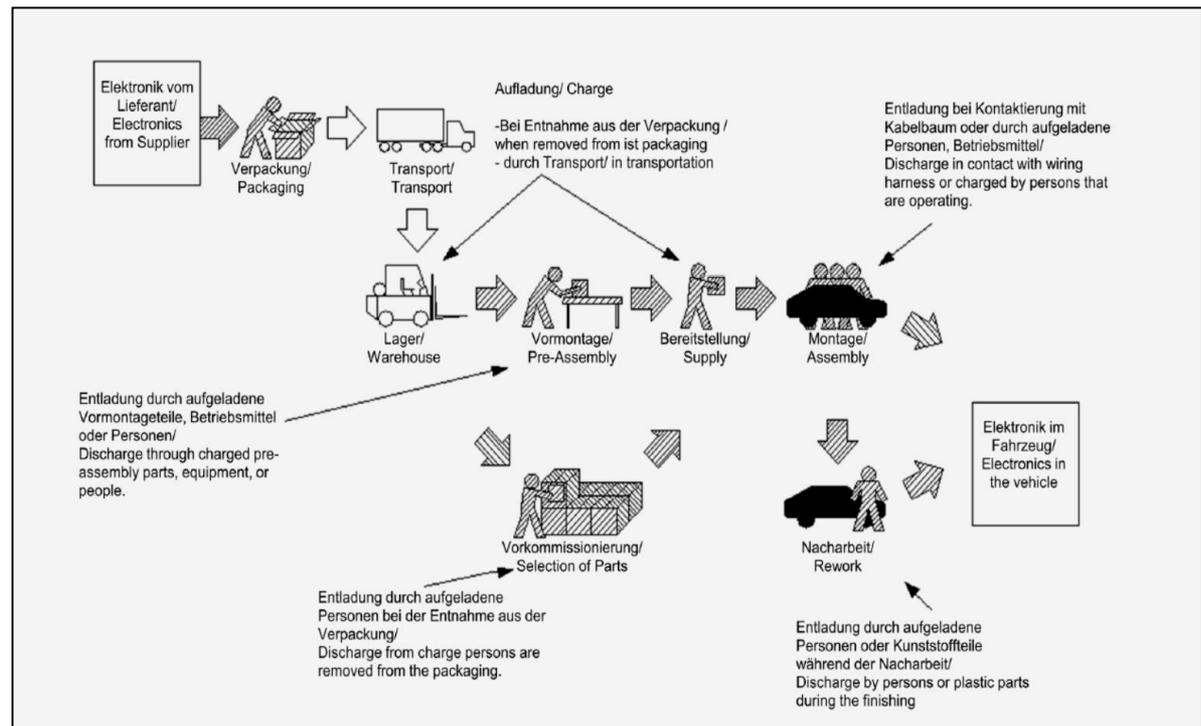
## Normenkritik

**Einsatz von ESD-Verpackungen schlecht abgedeckt.**

**Gefahr durch Influenz wird nicht angesprochen.**

# Ursachenermittlung - Automobilvorgaben

- Vorgaben der Automobil-Industrie
- ESD Richtlinie für Automobilhersteller Juli 2010 ESD Forum e.V.

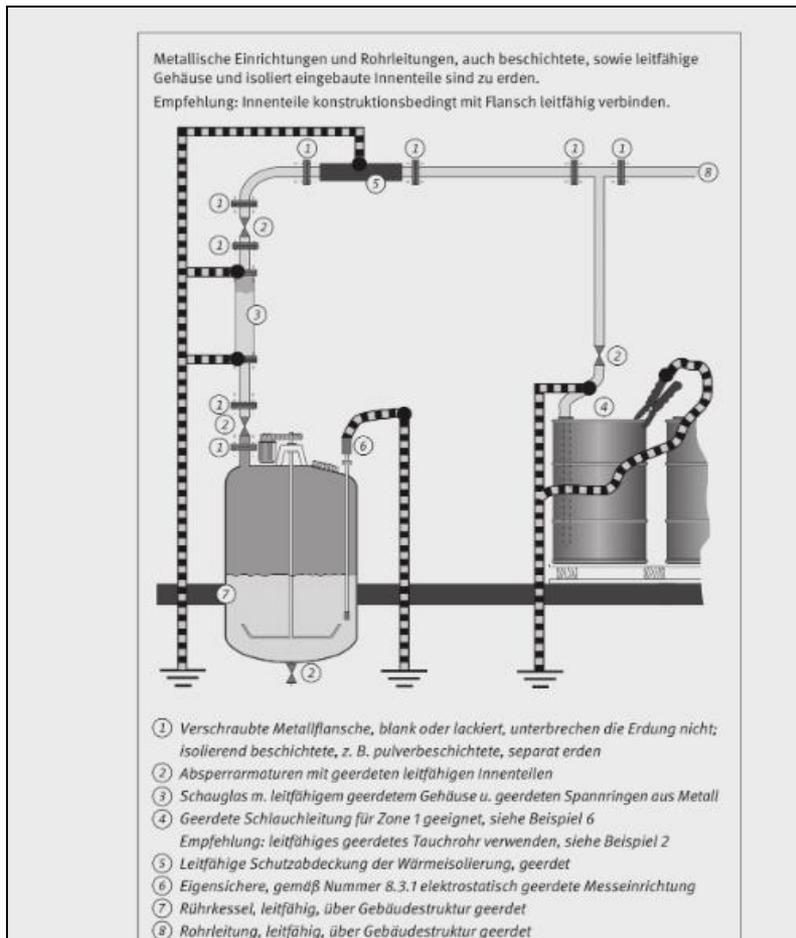


## Kritik

**Die in der Praxis vorgefundenenen Verpackungen entsprechen oft nicht den Vorgaben.**

# Ursachenermittlung - Normen - Wo wird es anders vorgegeben?

## ■ Auszug TRGS 727 S. 116 Erdung von Verpackungen in explosionsgefährdeten Bereichen



# Ursachenermittlung - Kaufmännische Erwägungen

---

- Zu oft werden bestehende Systeme auch für elektronische Systeme adaptiert aber technisch nicht angepasst.
- Dann folgen kaufmännische Aspekte, da große Mengen von Deckeln oder Behältern beim Austausch auch große Investitionen nach sich ziehen.
- Das könnte man verhindern, in dem der ESD-Schutz und insbesondere die ESD-Anforderung der Verpackung bei Projektbeginn inkludiert wird.



# Ursachenermittlung - technisches Verständnis

---

- Elektrostatische Aufladung (Nettoladung) durch Influenz ist nicht offensichtlich.

## ESD Probleme in der KFZ Logistik

Paletten nicht geerdet,  
KLT ohne ESD Deckel  
Elektrostatisch aufladbare  
Abschlussdeckel

Die EPA soll frei sein von  
statisch aufladbaren  
Elementen sein!  
 $E_{max} < 50 \text{ V / cm}$

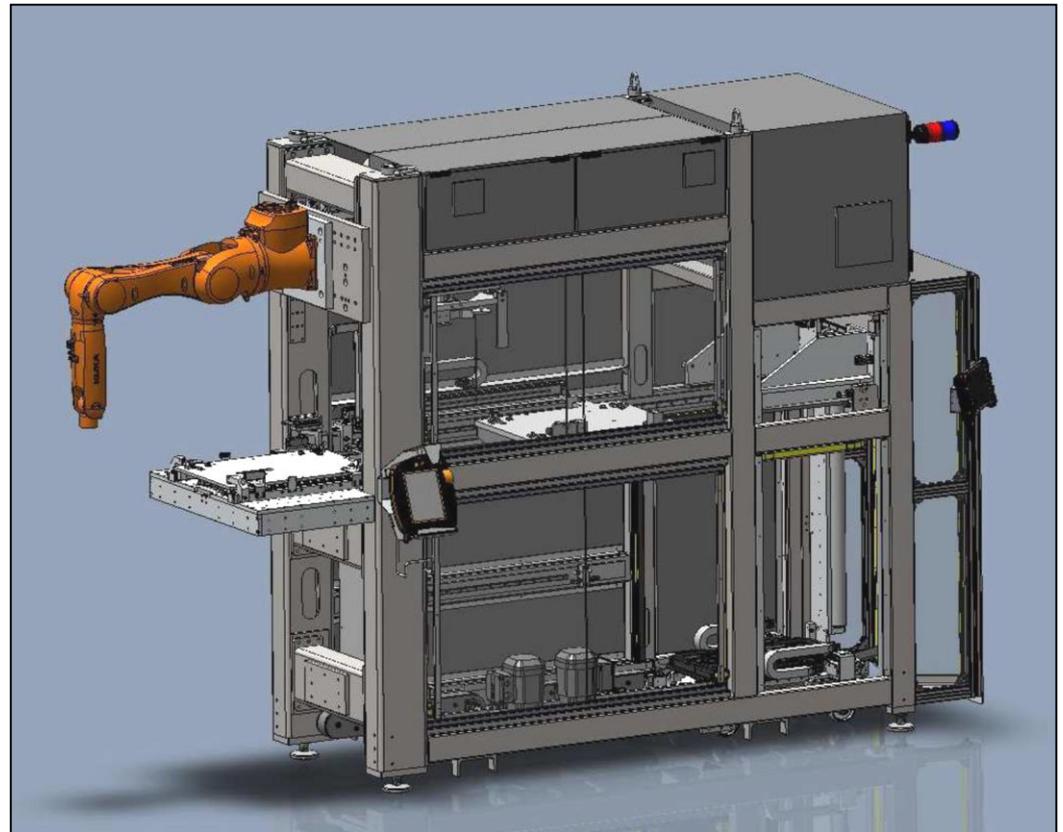


# Ursachenermittlung - technisches Verständnis

---

- Entsprechend werden die Prozesse nicht daraufhin untersucht.

Werkbild BWM Trayfeeder  
Funktionspotentialausgleich auch  
für ESD Trays beim  
Be - und Entladen

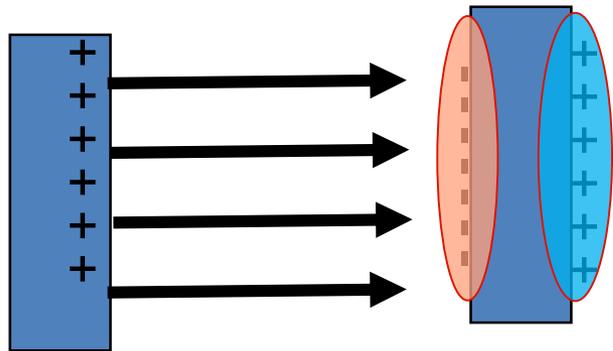


Bildquelle:  
<https://www.bwm-gmbh.de/>

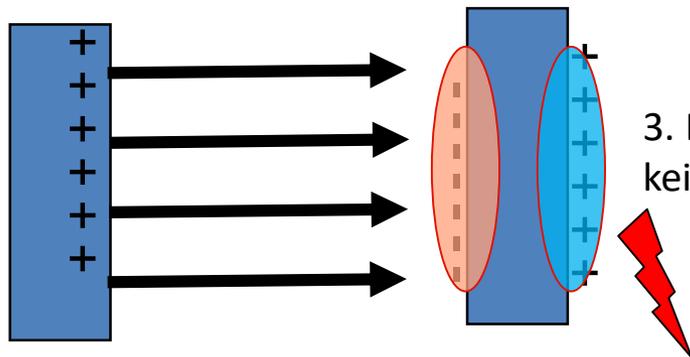
# ESD-Risiken in der Handhabung - Theoretische Grundlagen

- Elektrostatische Aufladung (Nettoladung) durch Influenz ist nicht offensichtlich.

1. Von einem aufgeladenen Objekt geht ein E – Feld aus



2. Bei einem elektrisch neutralen, isolierten Leiter - positive Ladung zieht negative Ladungsträger an.



3. Die freie Ladung kann sich entladen „ESD“. keine Nettoladung = keine Aufladung

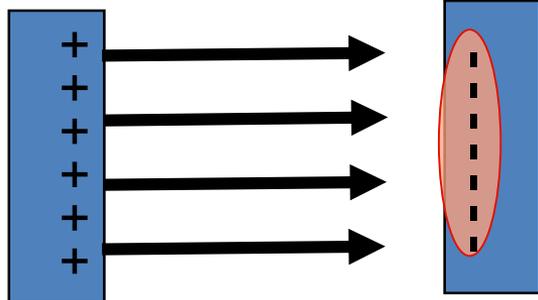
Vergl. G. Lüttgens Statische Elektrizität S. 39 ff  
H. Berndt Elektrostatik S. 54 ff

# ESD-Risiken in der Handhabung - Theoretische Grundlagen

---

- Elektrostatische Aufladung (Nettoladung) durch Influenz ist nicht offensichtlich.

4. Von einem aufgeladenen Objekt geht ein E – Feld aus

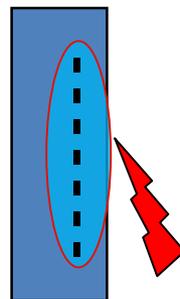


Positive Ladung zieht negative an.

Nach der ESD ist keine freie Ladung vorhanden = Potential 0 V.

5. Das aufgeladene Objekt wird entfernt.  
Kein E – Feld.

Die gebundene Ladung ist jetzt freie Ladung = Aufladung



6. Das leitfähige Objekt kann sich nochmals entladen.  
Gleiche Ladungsmenge – andere Polarität

# ESD-Risiken in der Handhabung - Theoretische Grundlagen

---

- Grenzwerte für elektrostatischen Felder in der EPA In den Normen unzureichend definiert & wenig verstanden
- Auszug aus einem Vortrag W. Stadler, Intel. 2018

2018 European Manufacturing Symposium  
November 6-9, 2018 – Dresden, Germany

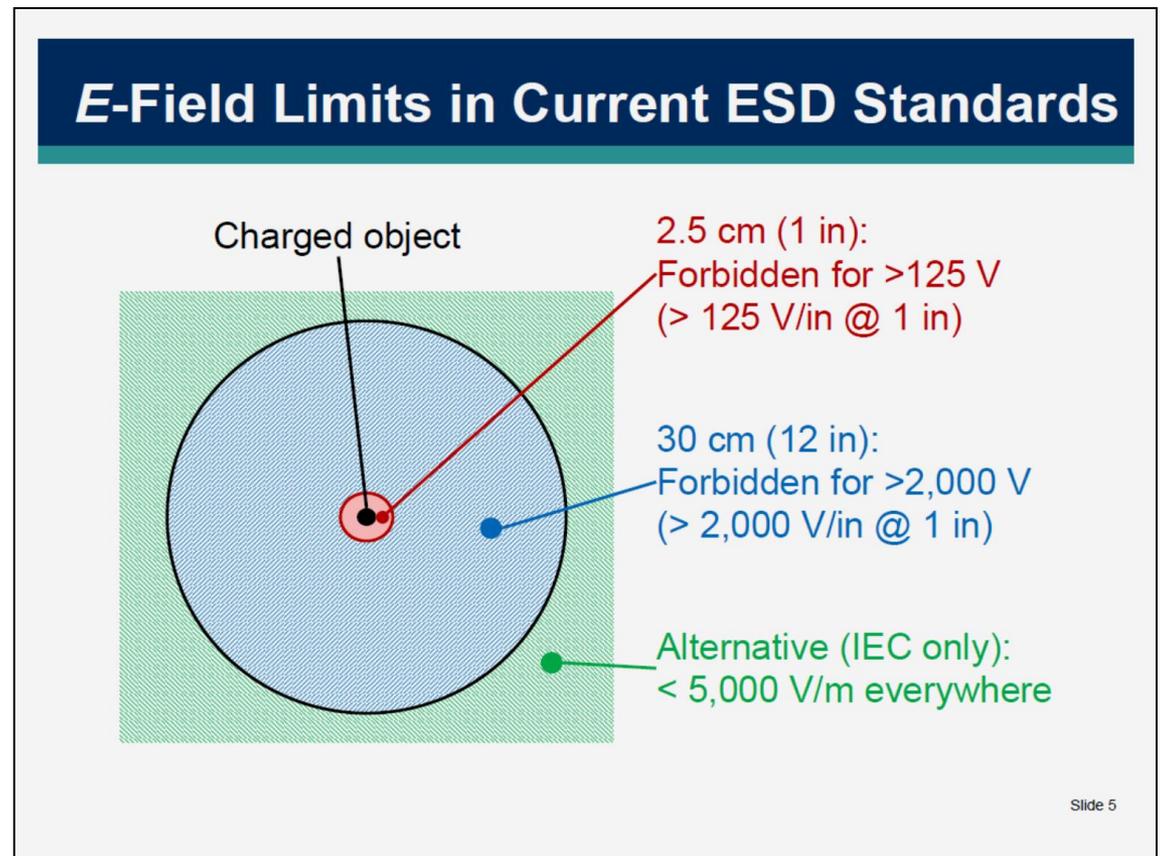
**The Risks of Electric Fields for  
ESD Sensitive Devices**

Wolfgang Stadler, Josef Niemesheim,  
Stefan Seidl, Reinhold Gaertner,  
Toni Viheriaekoski

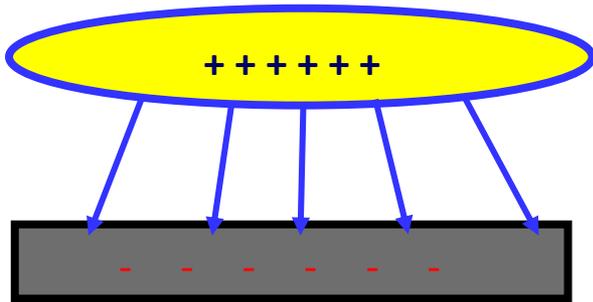
# ESD-Risiken in der Handhabung - Theoretische Grundlagen

- Feldstärken von prozessrelevanten Isolatoren aus IEC 61340-5-1
- Der Wirkungsbereich von Feldern wird oft gravierend unterschätzt

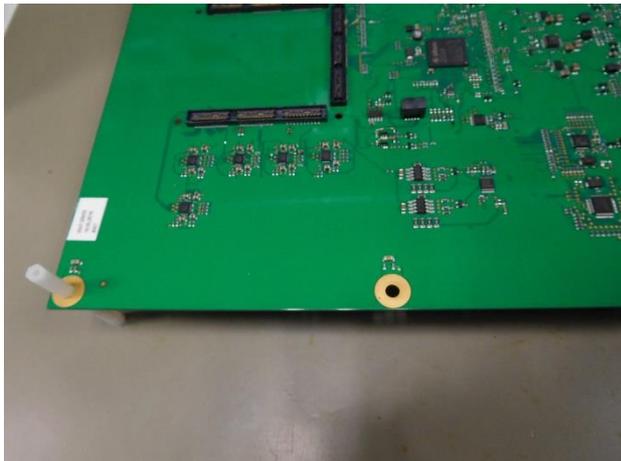


# ESD-Risiken in der Handhabung - Theoretische Grundlagen

- Daher muss auf prozess-unrelevante Isolatoren geachtet werden.



Isolatoren können nur durch Abstand, Abschirmung oder Ionisation entschärft werden.



# ESD-Risiken in der Handhabung - Theoretische Grundlagen

---

## ■ Hygroskopische Eigenschaften von Materialien werden unterschätzt

Unter 30% relativer Luftfeuchte sind hygroskopische Stoffe kritisch

Beispiele:

- Papier
- Baumwolle
- Holz
- „Antistatische Verpackung“

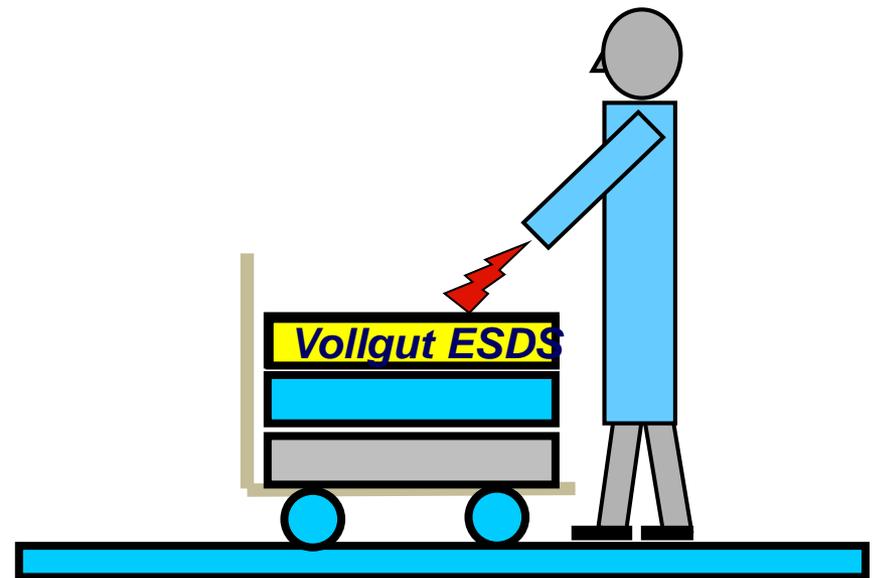
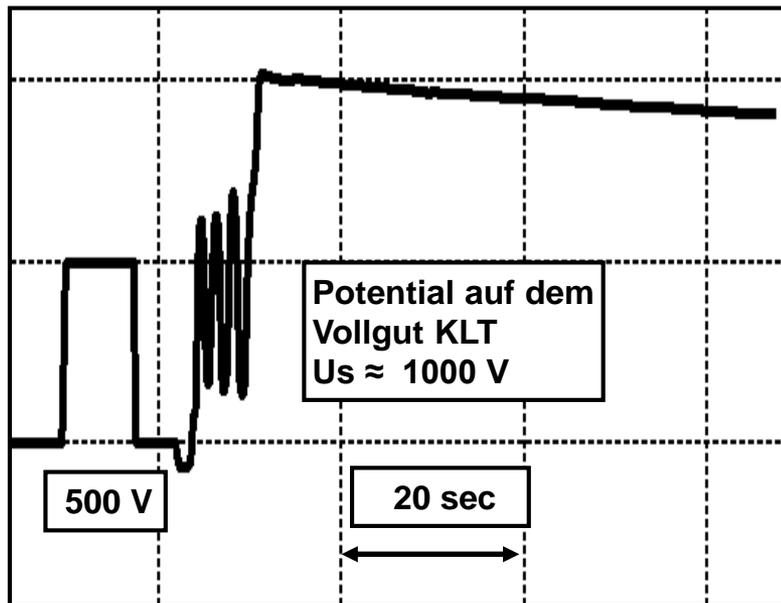
Aktuelle Situation, gemessen bei einem OEM,  
Holzpaletten bei ca. 25 % rH  $R_g \cong 7 \text{ G}\Omega$



# ESD-Risiken in der Handhabung - Theoretische Grundlagen

- Rollen Böden und auch KLTs unterliegen einem Verschleiß und damit einer Degradation!

Der KLT mit Vollgut ESDS ist nicht geerdet – hohes ESD Risiko durch Influenz! KLT kann sich aufladen. Das ESD Risiko besteht über lange Zeit.

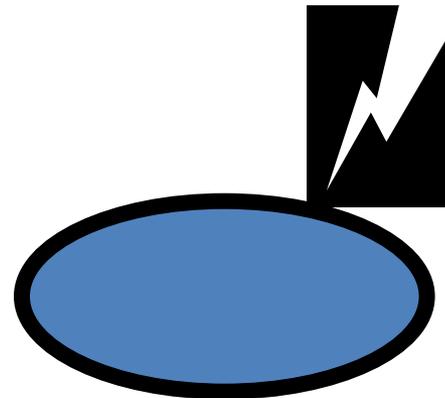
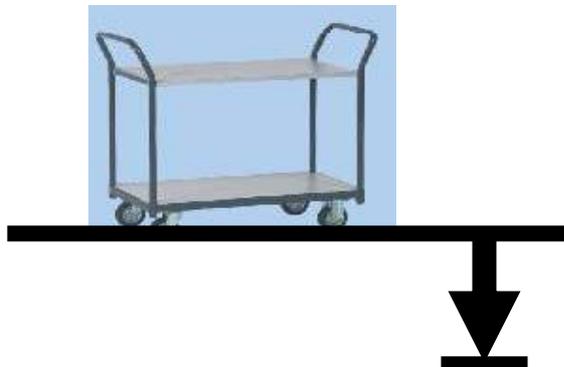
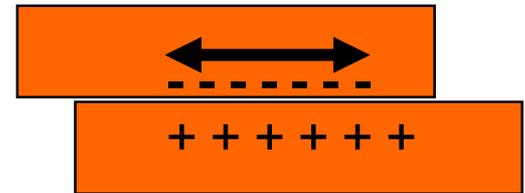


# ESD-Risiken in der Handhabung - Theoretische Grundlagen

---

- ESD-Schutzverpackungen nach DIN EN 61340 –5.1 § 6
- DIN IEC 61340-5-3 2016- 04 Schutzfunktionen

- Minimierung der triboelektrischen Aufladung
- In der UPA: Abschirmung gegen elektrostatischer Felder und Entladungen
- In der EPA: Potentialausgleich + Ableitung von Ladung



# ESD-Risiken in der Handhabung - Verifikation

- ESD Risiko durch isolierende Paletten und aufladbare Abschlussdeckel: Versuch Variotech 16.5.2019



Bedingungen am 16. Mai 2019: 23 °C / 27 % rF

Messtechnik entspricht DIN EN 61340 – 4-5 „Walking Test“

Hochohm-Meter MetrISO 2000, Hochimpedanz-Voltmeter WT 5000, AD Wandler WW

# ESD-Risiken in der Handhabung - Verifikation

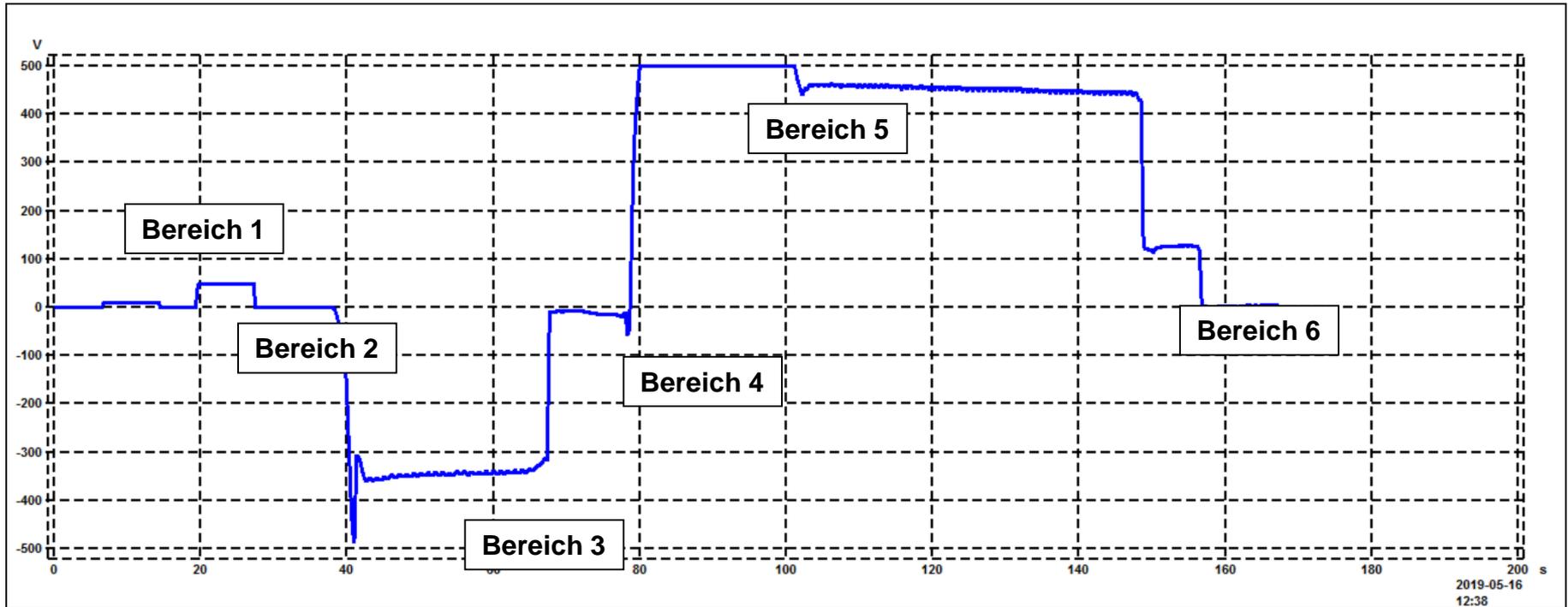
---

- Die Ladeinheit steht isoliert auf einem ESD-Boden und der Deckel wird auf die leitfähigen Trays aufgelegt.



# ESD-Risiken in der Handhabung - Verifikation

## ■ Potentialverlauf während des Versuchs.



1. Kalibriersignal 100 V
2. Kalibriersignal 500 V
3. Deckel auflegen - Influenzaufladung ca. -3500 V
4. ESD beim Kontakt zu den Trays
5. Deckel abnehmen: *Gebundene Ladung wird frei > 5000 V*
6. ESD bei Kontakt zu den Trays – „sensorischer Test!!“

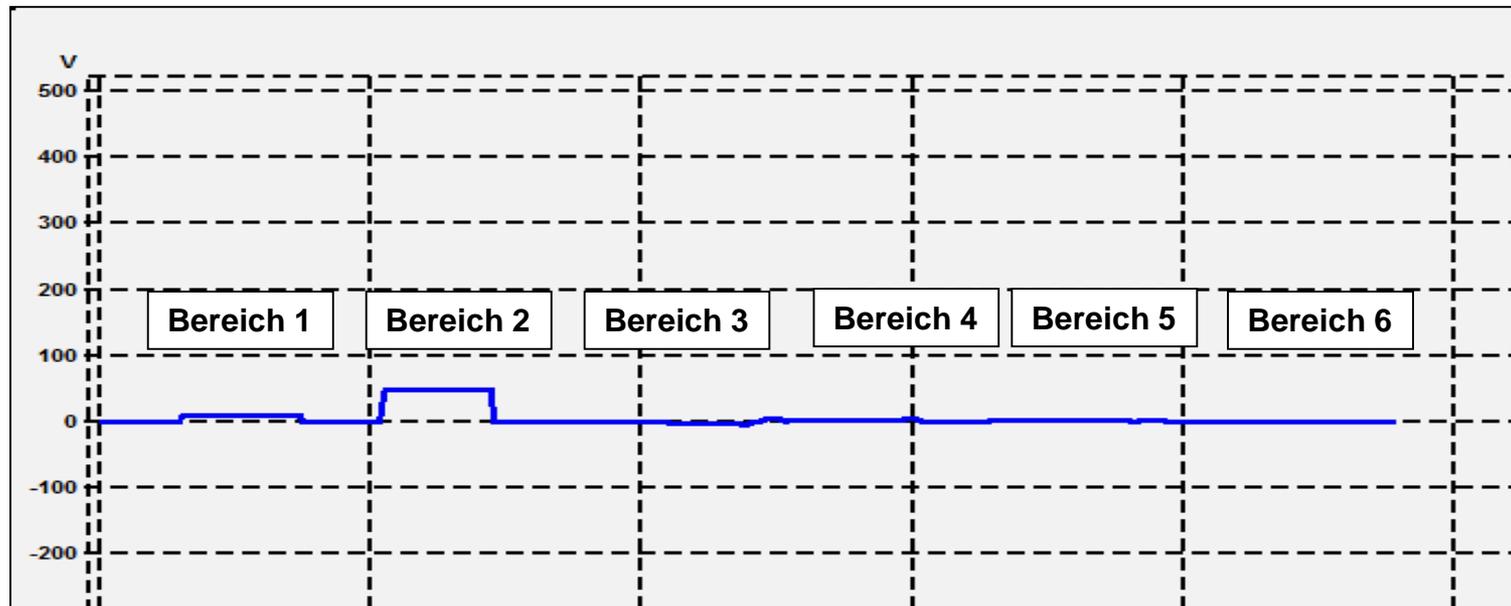
# ESD-Risiken in der Handhabung - Verifikation

- Gegenversuch mit geerdeten „C“ Paletten und ableitfähigen Abschlussdeckeln  
Versuch Variotech 16.5.2019



# ESD-Risiken in der Handhabung - Verifikation

- Kein ESD-Risiko, da der Potentialausgleich jederzeit gewährleistet ist



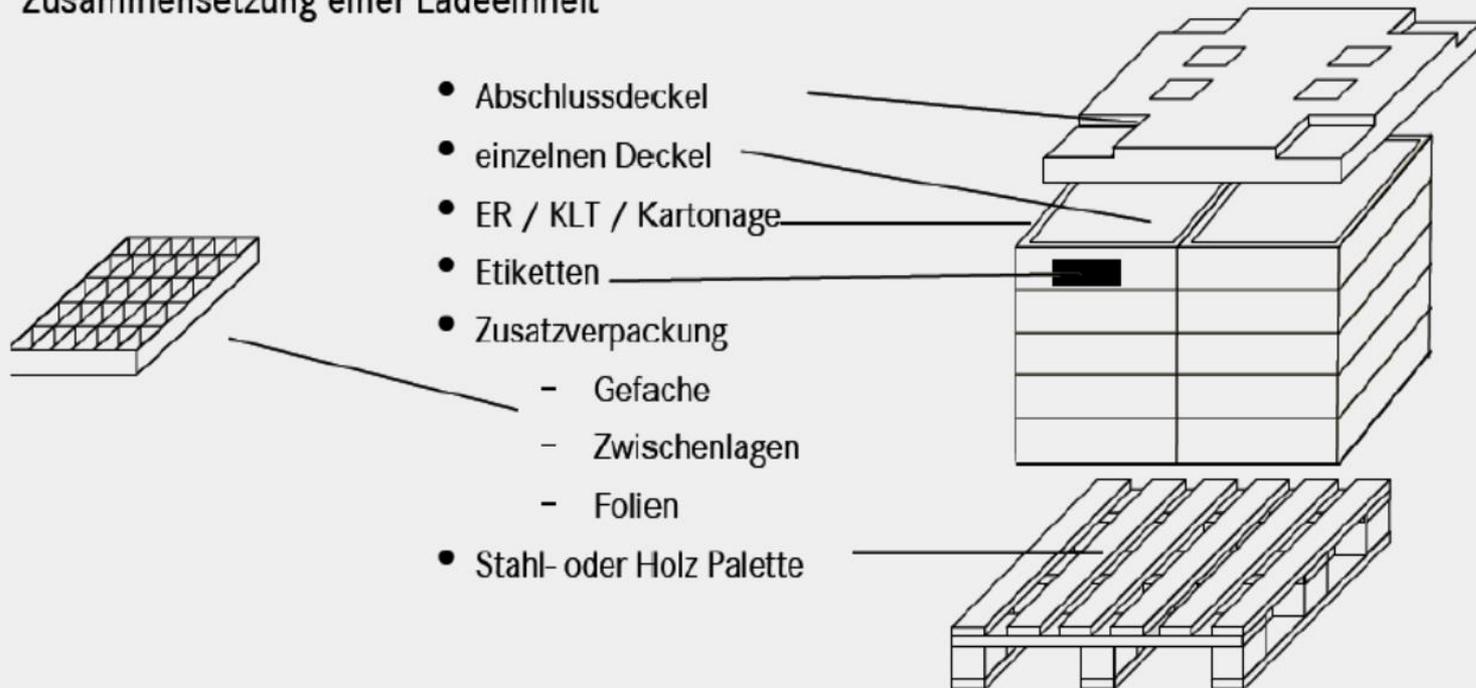
1. Kalibriersignal 100 V
2. Kalibriersignal 500 V
3. Deckel auflegen keine Influenzaufladung  $\ll 100$  V
4. Keine ESD beim Handling
5. Deckel abnehmen: Keine *gebundene Ladung* -  $\ll 100$  V

*Empfehlung: Bei unsicheren Erdungsbedingungen Erdungskabel nutzen*

# ESD-Risiken in der Handhabung - Verbesserung

- Einhaltung der vorhandenen Empfehlungen (z.B. Automotive Richtlinie)

## Zusammensetzung einer Ladeinheit



Das Gesamtsystem muss ableitfähig sein!

# ESD-Risiken in der Handhabung - Zusammenfassung

---

- Durchgängiger ESD Schutz nur mit leitfähigen ESD KLTs und ESD Trays möglich.
- Bei ESDS mit CDM Risiko „dissipative direkt anliegende Verpackung“
- Korrektes Handling in der Logistik notwendig.
- In den Normen ist der Systemgedanke von Verpackungskonzepten unzureichend beschrieben.
- Umfeld von ESD-KLTs und ESD Trays frei halten von aufladbarem Material „Influenz“  $E_{max} < 50 \text{ V / cm}$ .
- ESD KLTs und ESD Trays immer gut erden! Wenn notwendig Erdungskabel nutzen!!
- ESD Kontrollplan ausarbeiten. Mitarbeiter für ESD Schutz schulen!!

# ESD-Risiken in der Handhabung - Danksagung

---

- Die Arbeit zu diesem Paper wurde angeregt und unterstützt durch Variotech GmbH, Lise-Meitner-Str. 12, D-48529 Nordhorn, Herrn Volkhard Gerig.