

## Untersuchung der ESD-Tauglichkeit verschiedener Handschuhtypen

Dipl. -Ing. (FH) Stefan Proba  
KEINATH Electronic GmbH  
Bahnhofstraße 12  
D-72810 Gomaringen  
[Stefan.Proba@keinath-electronic.de](mailto:Stefan.Proba@keinath-electronic.de)

**Abstract-** When parts in the electronic industry are being worked by hand or handled; several different ESD gloves are being used. This paper will show which gloves are mainly to be used for these kind of work. Moreover, it shall offer a support which border-conditions have to be taken into consideration at the introduction of gloves to the EPA.

Different criteria were used for measurements and tests of different types of gloves. The results will be presented in the following report.

**Abstrakt-** In der Elektronikindustrie werden häufig „ESD“ Handschuhe eingesetzt, wenn Bauteile von Hand bearbeitet oder gehandhabt werden müssen. Die vorliegende Untersuchung soll hierbei aufzeigen, welche Handschuhtypen üblicherweise eingesetzt werden. Zudem soll es eine Hilfestellung bieten, welche Randbedingungen bei der Einführung von ESD Handschuhen in einen EPA Bereich zu beachten sind. Dabei werden Messreihen und Ergebnisse verschiedener Untersuchungen von Handschuhtypen auf unterschiedliche Kriterien durchleuchtet.

### 1. Einleitung

Der Hauptgrund, warum Handschuhe in der Elektronikfertigung eingesetzt werden, ist die Vermeidung von Produktverschmutzungen durch beispielsweise Hautschweiß oder Handcremes. Diese können letztendlich zu Problemen bei der Lötbarkeit, beim Auftragen von Schutzlacken oder zu Korrosionen führen. Selbstverständlich muss auch die Ableitfähigkeit von elektrostatischen Aufladungen berücksichtigt werden. Die aktuellen Normen DIN EN 61340-5-1 [1] und 5-2 [2] geben bei den Überlegungen einer Tauglichkeitsuntersuchung eine Hilfestellung.

Die DIN EN 61340-5-1 besagt unter 5.2.6: „Handschuhe und Fingerlinge müssen im getragenen Zustand mit Tabelle 1 übereinstimmen. Die Tabelle 1 fordert hier, dass der Ladungsabbau auf 10% des Anfangswertes (max. 1000V) in weniger als 2 Sekunden stattfinden muss.

Die Ausgabe der IEC 61340-5-1 [4], (Ausgabe 05-2007) enthält die Forderung „static-decay-time in <2s“ jedoch nicht mehr. Auch wird auf Handschuhe und Fingerlinge nicht mehr explizit hingewiesen. Stattdessen wird für Kleidung allgemein  $R_{P-P} < 1 \cdot 10^{12}$  Ohm, für ableitfähige (groundable) Kleidung  $R_{P-P} < 1 \cdot 10^9$  Ohm gefordert. Dennoch sollte die Ladungsgenerierung und Ladungsableitung betrachtet werden.

Die DIN EN 61340-5-2 besagt zusätzlich unter 5.2.6: „Handschuhe und Fingerlinge aus elektrostatisch leitfähigem oder elektrostatisch ableitfähigem Material sind unerlässlich, wenn Handwerkzeuge verwendet werden. Handschuhe und Fingerlinge aus low charging Material sind nur erlaubt, wenn keine Handwerkzeuge verwendet

werden. Wenn Handschuhe und Fingerlinge in der EPA ausgezogen werden, sollten sie nicht in unmittelbarer Nähe von ESDS platziert werden.“

Folgende Untersuchungen wurden demnach durchgeführt:

- Die Ladungsgenerierung während dem An- bzw. Ausziehen des Handschuhs
- Die Ableitzeitmessung von Handschuhen im getragenen Zustand

Eine weitere, äußerst wichtige Untersuchung, die nur am Rand mit dem Thema ESD zu tun hat, demnach auch nicht in der Normenreihe DIN EN 61340-x-y beschrieben wird, wäre:

- Der mögliche Faserverlust und dessen Folgen in einer Elektronikfertigung

Die hierbei untersuchten Handschuhtypen können in drei Gruppen aufgeteilt werden. Diese sind:

- Kunstfaserhandschuhe aus Nylon und/oder Polyester ohne Leitfasern
- Kunstfaserhandschuhe mit verschiedenen eingearbeiteten Leitfasern
- Baumwollhandschuhe

## 2. Untersuchte Handschuhe

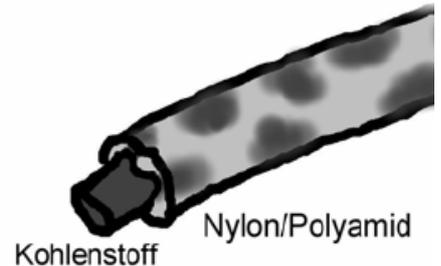
Nummerierung	Material	Bemerkung
1	Polyester Strickhandschuh, dünnes Material mit enger Strickform	Ohne Leitfasern
2	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung auf den Handflächen	Ohne Leitfasern
3	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung an den Fingerspitzen	Ohne Leitfasern
4	Polyester Strickhandschuh mit Karbonfaser, dünnes Material mit enger Strickform	Außen liegende Kohlenstoffschicht um einen Nylonkern
5	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser, dickeres Material mit weiterer Strickform	Außen liegende Kohlenstoffschicht um einen Nylonkern
6	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser, innen liegender Kohlenstoffkern und PU Beschichtung an den Handflächen	Innen liegender Kohlenstoffkern eingebettet in Nylon (Ummantelungsbauweise)
7	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser und zusätzlicher PU Noppenbeschichtung auf den Handflächen	Innen liegender Kohlenstoffkern eingebettet in Nylon (Ummantelungsbauweise)
8	Baumwollhandschuh dünneres Material mit PU Noppen	
9	Baumwollhandschuh dickeres Material	

Tabelle1: Auflistung der Handschuh Prüflinge

Aufbau der Karbonfaser aus Handschuh Nr.4, 5  
(Außen liegende Kohlenstoffschicht um einen Nylonkern)



Aufbau der Karbonfaser aus Handschuh Nr. 6, 7  
(Innen liegender Kohlenstoffkern eingebettet in Nylon.  
Punktuell wird der Kontakt zum Kohlenstoffkern  
zugelassen)



### 3. Messtechnische Untersuchungen

- a) Die Potentialgenerierung während dem An- bzw. Ausziehen des Handschuhs
- b) Die Ableitzeitmessung von Handschuhen im getragenen Zustand
- c) Faserverlust von Handschuhen und deren mögliche Folgen

Die hierbei verwendeten Prüfmittel:

Prüfmittel	Detailinformation	Kalibriernummer
Teraohmmeter TOM TF 600 ME	Messbereich 10 kΩ – 2 TΩ Messspannung 10V bzw.100V	DKD-K-13301 7.3.2007
Messelektrode 2,5 kg Nach DIN EN 61340-5-1, -2-3, -4-1	Durchmesser 63,5 mm Gesamtwiderstand < 150 Ohm	DKD-K-13301 7.3.2007
Elektrostatisches Entlademessgerät SEM 3000®	$R_i > 1 \times 10^{16} \Omega$	DKD-K-13301 7.3.2007
Charged Plate Monitor CPM 374	Messbereich $\pm 1200V$	DKD-K-13301 7.3.2007
Klimakammer VCS 7080-10	Temperaturbereich: 10 – 95°C Feuchtigkeit 10 – 98% r.H.	DKD-K-19501
Gossen-Metrawatt Metra Hit 22M	Multimeter	DKD-K B0884
Mikroskop Flexia C1 Optilia Instruments	100-fache Vergrößerung	-

Tabelle 2: Verwendete Prüfmittel folgender Untersuchungen

a) Potentialgenerierung während dem An- bzw. Ausziehen der Handschuhe.  
(gemessen unmittelbar nach dem Ausziehen der Handschuhe)

Messaufbau:

Die Untersuchung erfolgte mittels Charged Plate Monitor bei einer Umgebungsbedingung von: 40% relativer Luftfeuchtigkeit und 23° C.



Ergebnis:

Nummerierung	Material	Potential im ungetragenen Zustand
1	Polyester Strickhandschuh, dünnes Material mit enger Strickform	500 - 1200 Volt
2	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung auf den Handflächen	500 - 1200 Volt
3	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung an den Fingerspitzen	500 - 1200 Volt
4	Polyester Strickhandschuh mit Karbonfaser, dünnes Material mit enger Strickform	50 - 500 Volt
5	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser, dickeres Material mit weiterer Strickform	< 100 Volt
6	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser, innen liegender Kohlenstoffkern	< 100 Volt
7	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser, innen liegender Kohlenstoffkern und zusätzlicher PU Beschichtung auf den Handflächen	< 100 Volt
8	Baumwollhandschuh dünneres Material mit PU Noppen	< 100 Volt
9	Baumwollhandschuh dickeres Material	< 100 Volt

Tabelle 3: Messergebnisse „Potential im ungetragenen Zustand“

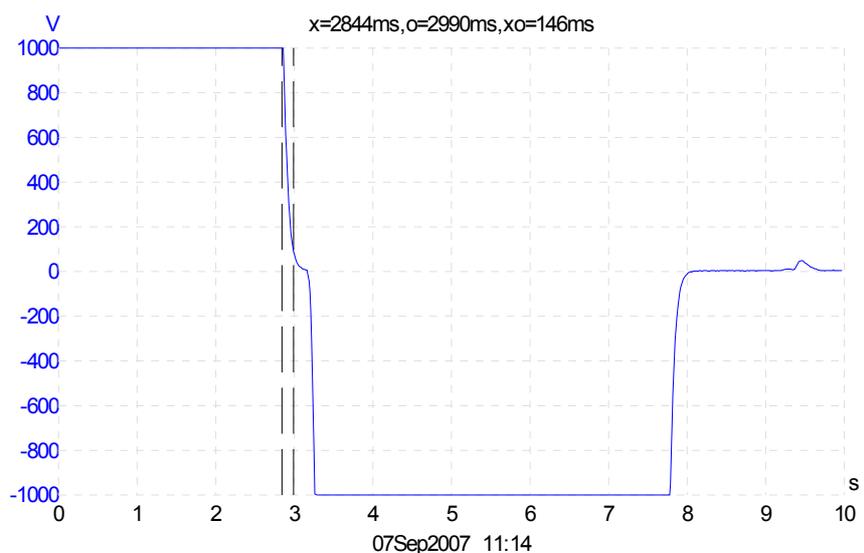
Dieses Ergebnis verdeutlicht die Forderung der DIN EN 61340-5-2: „Wenn Handschuhe und Fingerlinge aus low charging Material in der EPA ausgezogen werden, sollten sie nicht in unmittelbarer Nähe von ESDS platziert werden“. Da Handschuhe aus Nylon und/oder Polyestergeweben oft als „low charging“ oder „Antistatische“ Handschuhe angeboten werden, tatsächlich aber hoch aufladbar sind, ist diese Forderung gerechtfertigt.

## b) Die Ableitzeitmessung von Handschuhen im getragenen Zustand

Messaufbau:

Eine Person steht auf elektrisch isolierenden Kunststoffplatten (ca.  $1 \times 10^{12} \Omega$ ), wobei an beiden Händen jeweils die zu prüfenden Handschuhe getragen werden. Als Prüfmittel wird das SEM 3000<sup>®</sup> im Messmodus: „Ladungsabbau“ verwendet. In beiden Händen wird hierbei eine Edelstahlelektrode locker, auf der geöffneten Handfläche gehalten. Nun wird durch das Messgerät eine Spannung von 1000 Volt generiert und somit die Person mit den Handschuhen über eine Elektrode aufgeladen. Nach Erreichen der Endspannung wird ein Timer gestartet, gleichzeitig über die entgegen gesetzte Elektrode entladen und die benötigte Zeit des Ladungsabbaus anhand der Potentialmessung von 1000 Volt nach 100 Volt dargestellt.

Bsp. Baumwollhandschuh Typ 9 Umgebungsbedingung: 21°C 43% relativer Luftfeuchtigkeit



Als Referenzmessung wurde zusätzlich die Ableitzeitmessung nach DIN EN 61340-2-1 [3] mittels Charged Plate Monitor durchgeführt.

Nr.	Material	Ableitzeit mittels Charged Plate Monitor (*)	Ableitzeit mittels SEM 3000®
1	Polyester Strickhandschuh, dünnes Material mit enger Strickform	0,1- 0,2 Sek.	0,1 Sekunden
2	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung auf den Handflächen	0,8 – 1,2 Sek.	1,2 Sekunden
3	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung an den Fingerspitzen	1,0 – 1,5 Sek.	1,2 Sekunden
4	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser, dünnes Material mit enger Strickform	0,1 Sekunden	0,1 Sekunden
5	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser, dickeres Material mit weiterer Strickform	0,1 Sekunden	0,1 Sekunden
6	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser, innen liegender Kohlenstoffkern und PU Beschichtung an den Handflächen	0,1 Sekunden	0,1 Sekunden
7	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser, innen liegender Kohlenstoffkern und zusätzlicher PU Beschichtung auf den Handflächen	0,1 Sekunden	0,1 Sekunden
8	Baumwollhandschuh dünneres Material mit PU Noppen	0,2 – 0,3 Sek.	0,3 Sekunden
9	Baumwollhandschuh dickeres Material	0,1 Sek.	0,1 Sekunden

Tabelle 4: Messergebnisse Ableitzeit im getragenen Zustand

(\*) Schwankungen der Ableitzeit sind durch unterschiedlichen Druck gegen die Metallplatte des CPM zu erklären.

Auffällig bei diesem Ergebnis ist, dass jeder Handschuhtyp egal aus welchem Material, in getragenen Zustand die Forderung der DIN EN 61340-5-1: „Ladungsabbau auf 10% des Anfangswertes (maximal 1000 V) in weniger als 2 Sekunden“ erfüllt.

Besonders interessant ist dieses Ergebnis bei den reinen Baumwollhandschuhen Nummer 8 und 9, da sie die kostengünstigste Variante darstellen und bei der Ladungsgenerierung positiv abgeschnitten haben.

Aus diesem Grund ist es interessant, eine Untersuchung durchzuführen, wie sich der Punkt-zu-Punkt Widerstand und die Ableitzeit im ungetragenen Zustand, sowie die Ableitzeit im getragenen Zustand in Abhängigkeit der Luftfeuchtigkeit bei Baumwollhandschuhen ändern.

- Punkt-zu-Punkt-Widerstand 23°C und 20 – 60% r.H.± 3%

#### Messaufbau:

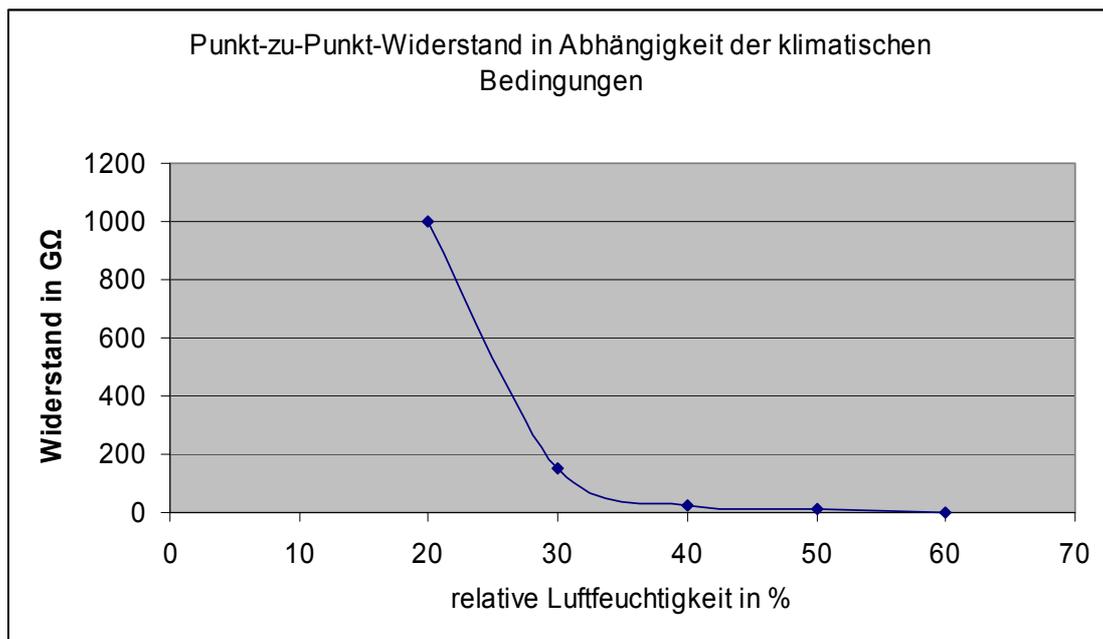
Bei diesem Messaufbau wurden die Baumwollhandschuhe auf eine elektrisch Isolierende Teflon Unterlage ( $> 1 \times 10^{12} \Omega$ ) gelegt und mindestens 5 Stunden beim jeweiligen Klima in der Klimakammer VCS 7080-10 konditioniert. Als Messgerät wurde das Hochohmometer TOM 600 mit 2,5 kg Normelektroden verwendet.



#### Ergebnis:

gemessener Punkt-zu-Punkt-Widerstand	relative Luftfeuchtigkeit
$> 1 \text{ T}\Omega$	20 %
130 -150 $\text{G}\Omega$	30%
20 - 30 $\text{G}\Omega$	40%
6 - 10 $\text{G}\Omega$	50%
ca. 1 $\text{G}\Omega$	60%

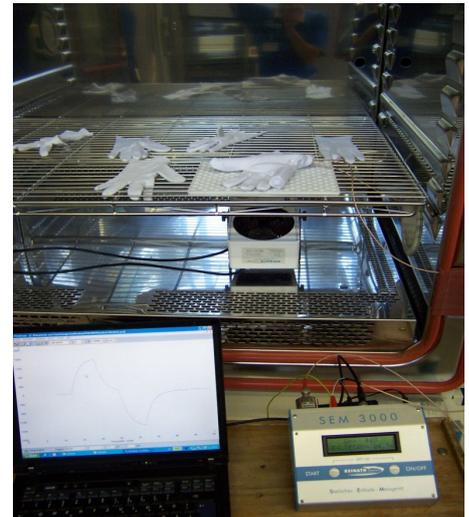
Tabelle 5: Messergebnisse Punkt-zu-Punkt-Widerstand in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit



➤ Ableitzeitmessung in einer Klimakammer in ungetragenem Zustand

Messaufbau:

Hierbei wurden die Baumwollprüflinge ebenfalls auf eine elektrisch isolierende Unterlage in der Klimakammer gelegt und die Edelstahlelektroden in Zeige- und Ringfinger des Handschuhs geschoben. Für die Messung wurde das SEM 3000<sup>®</sup> im Messmodus: „Ladungsabbau“ verwendet. Um elektrostatische Ladungen der Teflonunterlage zu vermeiden kam zusätzlich ein Ionisator vor dem Messstart zum Einsatz.



Ergebnis:

Ableitzeit	Klima
Nicht messbar da Isolator	25°C 20% r.H.
Nicht messbar da Isolator	25°C 30% r.H.
10 - 15 Sekunden	25°C 40% r.H.
4 – 6 Sekunden	25°C 50% r.H.
1,2 – 1,6 Sekunden	25°C 60% r.H.

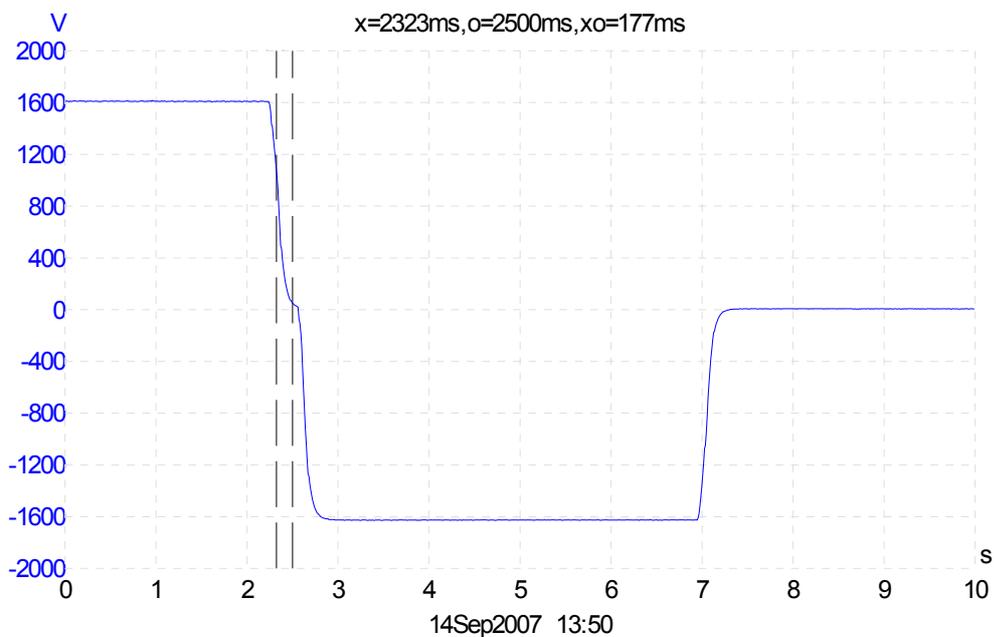
Tabelle 6: Ableitzeit ungetragen in Abhängigkeit der Luftfeuchtigkeit

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass ein Baumwollhandschuh in ungetragenem Zustand eine Ableitzeit < 2 Sekunden (1000V – 100V) erst ab einer Luftfeuchtigkeit von ca. 60% erfüllt. Die Ohmsche Messreihe verdeutlicht diese Korrelation. Da aber die Ableitzeit < 2 Sekunden bei getragenen Handschuhen bei einer Luftfeuchtigkeit von 40% eingehalten wird, ist es interessant, dies näher zu untersuchen. Das Augenmerk wird hierbei auf eine möglichst geringe Luftfeuchtigkeit gerichtet, ebenfalls ist es interessant zu sehen, nach welcher Tragezeit sich die geforderte Ableitzeit einstellt.

Um die Ableitzeit bei einer Luftfeuchtigkeit von ca. 20 % ermitteln zu können, wurden die Baumwollhandschuhe in einer Klimakammer ca. 16 Stunden bei konstanter Feuchtigkeit gelagert und so befestigt, dass man von der Seite durch eine Öffnung den Handschuh anziehen konnte, ohne die Tür öffnen zu müssen und damit das Klima zu ändern. Ebenso musste es möglich sein, dass eine Person den Handschuh schnellstmöglich anziehen und die Elektrode ergreifen konnte. Die Hand wurde zuvor mehrere Minuten in die Klimakammer gehalten, damit sich die Hautfeuchtigkeit dem aktuellen Klima anpassen konnte. Anschließend wurde der Handschuh angezogen, und sofort (maximal 3 Sekunden) die Messung gestartet.



Umgebungsbedingung: 25°C, 20% r.F.



Ableitzeit: 0,2 s von 1000V – 100 V nach ca. 3 s Tragezeit

### Ergebnis:

Die Messergebnisse zeigen, dass sich Baumwollhandschuhe bezüglich ihres Widerstandverhaltens im ungetragenen Zustand erst ab einer Luftfeuchtigkeit > 40% im dissipativem Bereich befinden. Eine Ableitzeit von < 2 Sekunden wird bei einer Luftfeuchtigkeit > 50% erreicht.

Die praxisrelevantere Untersuchung der Ableitzeitmessung zeigt hingegen, dass ein getragener Baumwollhandschuh in jedem Fall die geforderte Ableitzeit einhält. Die Forderung der DIN EN 61340-5-1 wird somit von Baumwollhandschuhen eingehalten.

### c) Faserverlust von Handschuhen und deren mögliche Folgen

Messaufbau:

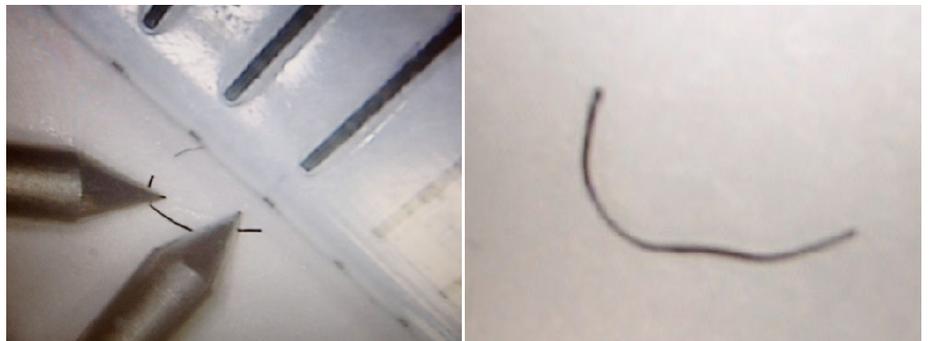
Um einen eventuellen Faserverlust zu überprüfen wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Der Handschuh wurde über eine saubere Unterlage ausgeschüttelt
- Das Handschuhpaar wurde angezogen wobei die Hände stark über einer sauberen Unterlage aneinander gerieben wurden.
- Begutachtung der gelösten Fasern unter einem Mikroskop
- Kontaktversuche unter einem Mikroskop mittels Multimeter
- Mikroskopische Begutachtung der mechanisch gestressten Handschuh-Oberflächen

Beispiel: Faserverlust  
aus Handschuhen Nr. 5



Beispiel: Faserverlust  
aus Handschuh Nr. 6



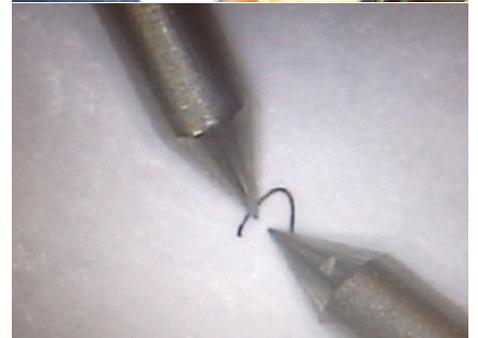
Beispiel:  
Handschuhoberflächen  
Nr. 4,5 von links nach  
rechts



Beispiel:  
Handschuhoberflächen  
Nr. 6,9 von links nach  
rechts



Durch Lichtreflektionen der Mikroskopbeleuchtung ist eine optische Unterscheidung zwischen Leitfasern und Fasern des Grundmaterials gelegentlich schwierig. Deshalb ist es sinnvoll, Kontaktversuche unter dem Mikroskop durchzuführen, um die Gewissheit zu haben, dass es sich bei den Fasern um leitfähige Komponenten handelt.



## Ergebnisse:

Nr.	Material	Fasern nach Schütteln	Fasern nach mechan. Stress	Leitfähige Kontaktierbarkeit < 500kΩ
1	Polyester Strickhandschuh, dünnes Material mit enger Strickform	nein	nein	
2	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung auf den Handflächen	nein	nein	
3	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung an den Fingerspitzen	nein	nein	
4	Polyester Strickhandschuh mit Karbonfaser, (außenliegend) dünnes Material mit enger Strickform	nein	ja	ja
5	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser (außenliegend)	nein	ja	ja
6	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser (Ummantelungsmethode)	nein	ja	theoretisch ja, jedoch nicht gelungen
7	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser (Ummantelungsmethode) und zusätzlicher PU Beschichtung auf den Handflächen	nein	ja	theoretisch ja, jedoch nicht gelungen
8	Baumwollhandschuh dünneres Material mit PU Noppen	ja	ja	nein
9	Baumwollhandschuh dickeres Material	ja	ja	nein

Tabelle 7: Faserverlust der verschiedenen Handschuhtypen

#### 4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Nr.	Material	Ableitzeit in getragenenem Zustand	Potential in ungetragenenem Zustand	Faserverlust	Bemerkung
1	Polyester Strickhandschuh, dünnes Material mit enger Strickform	< 2 Sek.	bis 1200 Volt	nein	Handschuh sollten nicht in unmittelbarer Nähe vom ESDS platziert werden
2	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung auf den Handflächen	< 2 Sek.	bis 1200 Volt	nein	Handschuh sollten nicht in unmittelbarer Nähe vom ESDS platziert werden
3	Nylon Strickhandschuh mit PU Beschichtung an den Fingerspitzen	< 2 Sek.	bis 1200 Volt	nein	Handschuh sollten nicht in unmittelbarer Nähe vom ESDS platziert werden
4	Polyester Strickhandschuh mit Karbonfaser, dünnes Material mit enger Strickform	< 2 Sek.	bis 500 Volt	möglich	Leitfähige Kontaktierung einzelner Fasern möglich
5	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser	< 2 Sek.	< 100 Volt	möglich	Leitfähige Kontaktierung einzelner Fasern möglich
6	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser (Ummantelungsmethode)	< 2 Sek.	< 100 Volt	möglich	Leitfähige Kontaktierung einzelner Fasern nahezu unmöglich
7	Nylon Strickhandschuh mit Karbonfaser (Ummantelungsmethode) und zusätzlicher PU Beschichtung auf den Handflächen	< 2 Sek.	< 100 Volt	möglich	Leitfähige Kontaktierung einzelner Fasern nahezu unmöglich
8	Baumwollhandschuh dünneres Material mit PU Noppen	< 2 Sek.	< 100 Volt	ja	Widerstand einzelner Fasern in EPA Bedingungen > 1GΩ
9	Baumwollhandschuh dickeres Material	< 2 Sek.	< 100 Volt	ja	Widerstand einzelner Fasern in EPA Bedingungen > 1GΩ

Tabelle 8: Zusammenfassung aller Ergebnisse

#### Baumwollhandschuhe:

Baumwollhandschuhe sind in getragenenem und ungetragenenem Zustand ESD tauglich. Sie entsprechen der geforderten Ableitzeit nach DIN EN 61340-5-1 und generieren während dem An- bzw. Ausziehen keine Spannungen > 100 Volt. Der Verlust von Baumwollfasern muss hierbei jedoch berücksichtigt werden.

### **Strickhandschuhe aus Nylon, Polyestergewebe ohne zusätzliche Leitfasern:**

Bei allen untersuchten Handschuhen liegt die Ableitzeit  $< 2$  Sekunden (1000V – 100V). Die Prüflinge waren aber alle im ungetragenen Zustand hoch aufladbar. Aus diesem Grund dürfen sie nicht in der Nähe von ESDS platziert werden.

### **Strickhandschuhe aus Nylon, Polyester mit leitfähigen Fasern:**

Bei Strickhandschuhen mit leitfähigen Fasern muss der mögliche Faserverlust berücksichtigt werden. Metallfasern und Polyesterfasern mit außen liegender Karbonschicht sind hierbei sehr einfach leitfähig kontaktierbar. Eine hierdurch mögliche Produktgefährdung muss berücksichtigt werden. Karbonfasern deren Außenflächen mit Polyester behandelt wurden (Ummantelungsbauweise) sind bei Faserverlust durch deren Aufbau nahezu unmöglich leitfähig zu kontaktieren.

## **5. Fazit**

Baumwollhandschuhe stellen die kostengünstigste Variante dar. Aus ESD Sicht können diese Handschuhe durchaus eingesetzt werden.

In Bereichen bei denen Baumwollfasern zu Problemen führen können, bieten ESD Handschuhe mit Karbonfasern deren Außenflächen mit Polyester behandelt wurden eine geeignete Alternative.

## **Literatur:**

- [1] DIN EN 61340-5-1: 2001 Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene – Allgemeine Anforderungen
- [2] DIN EN 61340-5-2: 2001 Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene - Benutzerhandbuch
- [3] DIN EN 61340-2-1 Teil 2-: Messverfahren für die Elektrostatik Prüfverfahren zur Messung der Fähigkeit von Materialien und Erzeugnissen, elektrostatische Ladungen abzuleiten
- [4] Publication IEC 61340-5-1: 2007-08  
Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements