

Protokoll

3. Internationaler ESD-Workshop 2001

03.05.2001 in Kesselsdorf bei Dresden

Nicole Machill und Jürgen Magner, Polymer Institut

Erfahrungen bei der Messung des Ableitwiderstandes bei Fußböden und aktuelle Fragestellungen

Teilnehmer

Der ESD-Workshop setzte sich aus Vertretern unterschiedliche Bereiche zusammen, in denen Fragen zu Normen und Messungen im ESD-Bereich bisher in der Praxis aufgekommen waren:

- | | |
|--|------------|
| 1. Hersteller ESD-Böden (Fußbodenbeschichtungsstoffe): | 5 Personen |
| 2. ESD-Beauftragte: | 9 Personen |
| 3. Prüfstellen: | 2 Personen |
| 4. Andere Bereiche: | 4 Personen |

Aus dem Bereich der Verarbeitung von ESD-Materialien wie z. B. von ableitfähigen Bodenbeschichtungen oder aus dem Bereich der Planung von ESD-gerechten Arbeitsplätzen waren keine Vertreter anwesend.

Zunächst wurden von den Teilnehmern die unterschiedlichen offenen Fragen zum Thema ESD und Fußböden gesammelt.

Die folgende Aufstellung beinhaltet den gemeinsam erarbeiteten Fragenkatalog:



Fragenkatalog zur ESD-Fußböden

1. Anforderungen an den Ableitwiderstand von Fußböden

Bisher soll der Ableitwiderstand $< 10^9 \Omega$ betragen. Woher stammt dieser Grenzwert?

Anforderungen an Fußböden, die zur Erdung des Personals dienen, liegen im niedrigeren Ω -Bereich. Genügt in diesem Zusammenhang ein Fußboden mit einem Ableitwiderstand bis zu $10^9 \Omega$?

2. Gibt es untere Grenzwerte für den Ableitwiderstand von ESD-Böden?

In welchem Zusammenhang steht hier die VDE 0100 und deren Sicherheitsanforderungen an Fußböden?

Ist die VDE 0100 relevant für ESD-Böden?

3. Gibt es eine technische Begründung für die Grenzwerte bzw. Anforderungen an die Ableitwiderstände von ESD-Böden?

4. Wie müssen Messwerte interpretiert bzw. bewertet werden?

5. Welche Elektroden werden verwendet?

6. Gibt es Unterschiede bei Dickschicht- bzw. Dünnschichtsystemen, die für ESD-Böden eingesetzt werden?

7. Gelten Hausnormen der ‚ESD-Anwender‘?

8. Existieren von den Herstellern der Fußböden ebenfalls Vorschriften bzw. Normen in bezug auf Anforderungen für ESD-Böden im ESD-Bereich?

9. Welche Fußbodenarten kommen für ESD-Bereiche in Frage, z.B. PVC, Beschichtung, Estrich, Beton?

10. Gibt es Erfahrungen zum Langzeitverhalten bzw. der Alterung von ESD-Böden und deren Ableitfähigkeit?

10a Gibt es Reparaturmöglichkeiten für ESD-Fußböden in bezug auf schlechte Ableitfähigkeit?



11. Gibt es Stoffe wie Wachse oder ableitfähige Lacke, die als Alternative zu Beschichtungssystemen eingesetzt werden können, die die entsprechende Ableitfähigkeit des Fußbodens ermöglichen?
12. Wie muss der ESD-Boden gepflegt werden?
Müssen Spezialstoffe zum Einsatz kommen?
13. Welche Normen gibt es für ESD-Bereiche bzw. deren Fußböden?
14. Welche Messspannungen müssen bei der Messung der Ableitfähigkeit verwendet werden?
15. Gibt es Zusammenhänge zwischen der Luftfeuchte und den gemessenen Ableitwiderständen?
16. Wie oft müssen die Fußböden geprüft werden?
Einmalig, mehrmalig? In welchen Zeiträumen?
17. Können Messungen von Ableitwiderständen statistisch ausgewertet werden?
Wie müssen Ausreißer bei Messungen gehandhabt werden?
Wie viele Messwerte werden für die Mittelwertbildung benötigt?
Welche Streuung der Messwerte ist erlaubt? bzw.
Welche Genauigkeit ist zu erwarten?
18. Muss eine Eignungsprüfung des Fußbodens vorliegen? Besonders in Bezug auf den neuen amerikanischen Standard ESD S20.20 1999, in dessen Anhang eine Prüfung des ESD-Bodens nur optional ausgewiesen wird.
19. Wird die Messung des Oberflächenwiderstandes von Fußböden benötigt?

Aufgrund des gesetzten Zeitrahmens wurde ein Teil der Fragen aufgegriffen, die zunächst als wichtig erschienen, und in der Runde gemeinsam diskutiert.

Diskussion

Zu Frage 1: Anforderungen an den Ableitwiderstand von Fußböden

Es wurde gemeinsam erarbeitet, dass:

1. in der DIN IEC 61340-5-1 die Anforderung für Fußböden an den Ableitwiderstand $< 10^9 \Omega$ beträgt.
2. bei Funktion des Fußbodens zur Erdung des Personals, der Ableitwiderstand des Fußbodens in Kombination mit der Testperson und Schuhwerk im Bereich zwischen $7,5 \times 10^5$ und $3,5 \times 10^7 \Omega$ betragen muss
3. die VDE 0100 einen Mindestwiderstand von $5 \times 10^4 \Omega$ vorgibt.
4. die DIN 100015 einen Ableitwiderstand für Fußböden zwischen $7,5 \times 10^5$ bis $10^{12} \Omega$ angibt.

Zu 1. und 2. wurde festgestellt, dass diese beiden Ableitwiderstände nicht direkt vergleichbar sind, da hier verschiedene Meßsysteme vorliegen. Da unter 1. nur mit einer Elektrode gemessen wird und unter 2. der Ableitwiderstand sich aus Boden, Person und Schuhwerk zusammensetzt, laufen verschiedene physikalische Vorgänge bei der Widerstandsmessung ab.

Zu 2. wurde bei den Vertretern der Hersteller bemerkt, dass ein Bereich $7,5 \times 10^5 \Omega$ bis $3,5 \times 10^7 \Omega$ nicht realistisch wäre, da dieser mit einer Beschichtung oder einem Beschichtungssystem nicht zuverlässig einzuhalten ist, da das Widerstandsfenster zu klein angesetzt ist. Außerdem sind ableitfähige Schuhe mit Widerständen im Bereich von min. 10^6 bis $10^9 \Omega$ erhältlich, was ebenfalls ein Einhalten des Grenzbereichs erschwert.

Allgemeine Erfahrungen beim Messen des Ableitwiderstands von Fußböden in Kombination mit Testpersonen und Schuhen zeigten, dass bisher keine reproduzierbaren Messwerte erhalten wurden. Dies liegt daran, dass die Person bisher nicht normungsfähig ist und dadurch unterschiedliche Werte bei der Ableitwiderstandsmessung entstehen. Zu überlegen wäre eine bisher noch nicht durchgeführte Aufladungsprüfung in diesem Bereich.

Grundsätzlich sprach man sich dafür aus, dass $10^9 \Omega$ als Ableitwiderstand für Fußböden zu hoch ist, um EGBs sicher zu schützen. Als Beispiel wurde genannt, dass man bei einer maximalen Aufladung von 100 Volt mindestens einen Ableitwiderstand von $3,5 \times 10^7 \Omega$ des Fußbodens benötigt, gemessen in Summe mit Testperson und Schuhen. Da diese Messung

jedoch nicht validierbar ist, muss der Ableitwiderstand des Fußbodens so gering sein, dass in Summe mit Person und Schuhen auf jeden Fall ein Wert unter $10^8 \Omega$ entsteht.

In der Praxis werden bei sitzenden Tätigkeiten Handgelenkbänder getragen, um eine optimale Ableitung zu garantieren. Bei Tätigkeiten, bei denen kein Handgelenkband getragen werden kann, ist zu überlegen, ob in diesen Bereichen ein gut ableitender bzw. leitender Boden eine Aufladung verhindern soll. Um den Personenschutz zu garantieren, soll in Bereichen, in denen an offenen Leitern gearbeitet wird, Isoliermatten verlegt werden.

Fazit zu Frage 1:

Die Ableitwiderstände von Fußböden und Schuhen sollen einzeln geprüft werden (in der Praxis werden zur Zeit Messungen von Schuhen und Bändern vor dem Arbeitsplatz durchgeführt, der Fußboden wird extra gemessen), da die Messung des Ableitwiderstandes von Fußboden (Testperson und Schuh) nicht reproduzierbar ist. Je nach Arbeitsplatz sollen Handgelenksbänder getragen werden, dort ist keine Ableitung über den Boden erforderlich. Bei stehenden Tätigkeiten soll der Fußboden leitend eingestellt werden, so dass keine Aufladungen entstehen können. Dies sind Arbeitsplätze in Bereichen, in denen keine offenen Leiter oder hohe Stromstärken als Gefahr für das Personal vorhanden sind.

Zu Frage 2: Gibt es untere Grenzwerte für den Ableitwiderstand von ESD-Böden?

Die VDE 0100 gilt für elektrische Starkstromanlagen bis 1000 Volt. Ist diese Norm überhaupt relevant für den ESD-Bereich?

Die Teilnehmer des Workshops konnten keinen Anwendungsfall nennen, für den die VDE 0100 gilt. Deshalb gibt es bisher keine Klarheit darüber, ob die VDE 0100 für den ESD-Bereich überhaupt angewendet werden muss. Einzelne Stimmen sprachen sich jedoch dafür aus, dass die Produktionen ständig umgestellt werden und somit bei Böden, die mit einem Mindestwiderstand $< 5 \times 10^4 \Omega$ die VDE 0100 zunächst nicht einhalten, später dann aber als Produktions- oder Fertigungsuntergrund verwendet werden, in denen offene Leiter oder höhere Spannungen zur Anwendung kommen und deshalb dort eine Gefahr für das Personal



besteht. Dies wurde ansonsten aber nur als stark theoretische Möglichkeit ohne wirklichen Praxisbezug angesehen

Generell wurde gemeinsam festgestellt, dass das Messprinzip der VDE 0100, Teil 610 zur Feststellung des Standortübergangswiderstandes für den ESD-Bereich ungeeignet ist, da nach dieser Norm feucht gemessen wird, was nicht vergleichbar mit den sonstigen trockenen Messungen im ESD-Bereich ist.

Zu Frage 13: Welche Normen gibt es für ESD-Bereiche bzw. deren Fußböden?

Das Polymer Institut hat einige Messungen des Ableitwiderstandes von verschiedenen Beschichtungssystemen nach den verschiedenen bestehenden Normen bisher durchgeführt und dabei festgestellt, dass bei gleichen Messbedingungen generell ähnliche Messwerte erhalten werden.

Normen nach denen gemessen wurde:

- a) DIN 51 953
- b) DIN EN 1081
- c) DIN IEC 61340-4-1
- d) DIN EN 100015
- e) ASTM 150-89

Je nach Norm kommen verschiedene Elektroden zum Einsatz. Um besser vergleichen zu können, wurde unabhängig der Norm mit 100 Volt Gleichspannung gemessen. Die Messwerte wurden an Probekörpern, die im Labor von Mitarbeitern hergestellt wurden, ermittelt.

Da die Messwerte je Beschichtungssystem nach den unterschiedlichen Normen sehr ähnlich sind, stellt sich die Frage, welche Normen wirklich gebraucht werden. Müssen diese Normen nebeneinander bestehen? Was wird für die Zukunft gelten?



Deshalb die Frage an die anwesenden ,ESD-Beauftragten, nach welcher Norm am Arbeitsplatz gemessen wird: Es sprachen sich

- 3 Personen für die DIN EN 1000015
- 4 Personen für die DIN IEC 61340-4-1 bzw. IEC 61340-5-1
- 2 Personen für entsprechende Hausnormen aus.

Hieran konnte festgestellt werden, dass in ESD-Bereichen tatsächlich unterschiedliche Normen zum Einsatz kommen.

Weiterhin kam die Frage auf, welche Böden verlangt werden und wie diese beim Bau ausgeschrieben werden. Gibt es hier eindeutige Angaben mit bezug auf Normen bzw. Anforderungen, die der Auftraggeber ausschreibt?

Gerade die Vertreter der Fußbodenhersteller hatten bisher festgestellt, dass meist keine konkreten Angaben in bezug auf Ableitwiderstände, die der Boden erfüllen soll, oder in bezug auf Normen, die zur Anwendung kommen sollen, vorhanden sind. Meist wird lediglich ein „antistatischer“ Fußboden bestellt.

Fazit:

Entwicklung einer allgemeinen Ausschreibung für ESD-Böden, die Planern und Bauherren als Vorlage dienen soll und konkrete, eindeutige Ausschreibungen ermöglichen soll.



Musterausschreibung ESD-Boden mit den Mindestangaben

1. Norm: x
2. Grenzwert: $< 10^9 \Omega$ (Boden) bzw. Nichtaufladbarkeit auf 100 Volt
3. Messverfahren / Messspannung: y

Die Diskussion, welche Norm in der Ausschreibung genannt werden soll, verlief ohne Einigung. Die Abstimmung ergab folgendes:

EN 1081 (DreifüÙelektrode):	2 Personen
DIN EN 100015:	6 Personen
IEC 61340-4-1:	6 Personen
Enthaltung:	3 Personen

Fazit:

Es gibt keine Einigung über eine Messung nach einer bestimmten Norm. Deshalb kann bisher keine Norm bzw. kein einheitliches Messverfahren in einer Musterausschreibung genannt werden.

Zu Frage 14:

Welche Messspannungen müssen bei der Messung der Ableitfähigkeit verwendet werden?

Die während der Ableitfähigkeitsmessung eingesetzte Messspannung ist abhängig von der jeweiligen angewendeten Norm. In der DIN EN 100015 werden 500 Volt Gleichspannung verlangt. In der DIN IEC 61340-4-1 werden 100 Volt Gleichspannung bzw. 10 Volt Gleichspannung bei Ableitwiderständen $< 10^5 \Omega$ gefordert.



Zu Frage 5: Elektroden

Übersicht:	DIN IEC 61430-4-1	Elektrode: m = 5 kg	Ø = 50 cm
	DIN EN 100015	Elektrode: m = 2,5 kg	Ø = 75 mm
	ASTM 150-89	Elektrode: m = 2,27 kg	Ø = 73,5 mm

Das Polymer Institut und auch die Vertreter der Hersteller von Fußböden haben festgestellt, dass mit der 5 kg und 2,5 kg-Elektrode nach DIN IEC 61340-4-1 und DIN EN 100015 die größten Streuungen bei der Messung entstehen. Außerdem ist die Häufigkeit der Feststellung von Fehlstellen höher als bei der ASTM-Elektrode.

Es wird vermutet, dass dies an dem leitenden Gummi an der Unterseite der Elektrode liegt, der direkt den Kontakt zum Fußboden bildet. Hier können Unterschiede in Härte, Dicke und Art des Gummis, der entweder rußgefüllt oder metallgefüllt ist, festgestellt werden. Die Elektroden nach DIN IEC 61340-4-1 und DIN EN 100015 (5 kg und 2,5 kg) besitzen leitende Gummis, die mit Metall gefüllt sind und härter sind als der Gummi der ASTM-Elektrode, der rußgefüllt ist. Von daher wird vermutet, dass die Gummifüllstoffe und die Härte des Gummis entscheidend für den Kontakt der Elektrode zum Fußboden ist.

Im Workshop wurde nach einer Vereinheitlichung der Elektroden gefragt. Deshalb wurde abgestimmt, welche Elektrode verwendet werden soll, allerdings konnte man sich nicht auf eine einzige Elektrode einigen.

Offene Fragen

Die offen gebliebenen Fragen, die in der Diskussion zwecks Zeitmangels nicht mehr aufgegriffen werden konnten (Fragen 3, 4, 6, 9, 10, 10a, 11, 12, 15, 16, 17 und 18) wurden zurückgestellt. Sie sollen am 4. Internationalen ESD-Workshop 2002 behandelt werden!