

# Elektrisch ableitfähige Fußbodensysteme

Fast alle Geräte, Maschinen und Fahrzeuge werden heute mit elektronischen Bauteilen, Schaltungen und Steuerungen ausgerüstet. Die winzigen Mikrochips mit ihren Leiterbahnen und elektrischen Schaltkreisen sind empfindlich gegen Verschmutzung, Erschütterung und insbesondere gegen elektrische Entladungen.

Elektrische Ladung entsteht, wenn unterschiedliche Stoffe und Materialien sich aneinander reiben. Bewegt sich zum Beispiel eine Person, die Kleidung unterschiedlicher Stoffarten trägt, auf einem isolierenden Untergrund, so sammelt sich elektrische Ladung auf der Körperoberfläche. Werden dann Objekte berührt, die geerdet sind, so führt dies zu einer elektrischen Entladung. Die hierbei auftretenden Spannungen können Werte bis 100 000 V erreichen. Elektrische Bauteile und Mikrochips werden durch solche Stromstöße i. d. R. funktionsunfähig.

Räume, in denen Geräte mit elektronischen Bauteilen hergestellt, repariert oder eingesetzt werden, müssen deshalb mit einem elektrisch ableitfähigen Fußboden ausgestattet werden. Fußböden aus mineralischen Bindemitteln wie Zement, Anhydrit oder Magnesia können durch ihre antistatische Wirkung elektrische Aufladungen weitgehend vermeiden. Sie verfügen jedoch nicht über die definierte Ableitfähigkeit, die heute in vielen Produktionsbereichen gefordert wird.



*Elektrostatische Entladung*

Elektrische Entladungen können nicht nur Mikrochips zerstören, sondern auch explosive Gemische aus brennbaren Gasen und Stäuben entzünden. Deshalb sind in explosionsgefährdeten Bereichen zur Vermeidung von Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen Fußböden mit einem definierten Ableitwiderstand erforderlich.

Wenn mit sog. offenen Spannungen gearbeitet wird, d. h. in Werkstätten und an Prüfstellen in der Serienfertigung, muß zusätzlich für eine definierte, isolierende Funktion des Fußbodens gesorgt werden, damit Menschen nicht durch die Berührung stromführender Leitungen oder Bauteile gefährdet werden.

Fußböden, die aus Kunstharzen hergestellt werden, sind in der Regel nicht leitfähig. Durch Zugabe von Leitpigmenten oder leitfähigen Fasern können Kunstharzböden so eingestellt werden, daß sie exakt definierte Ableitwerte bzw. Isoliereigenschaften besitzen.

# Stand der Technik

## Zünd- und Explosionsgefahr

In der **Richtlinie BGR 132** „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ herausgegeben vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, sind die Gefahren durch elektrische Aufladungen und die zu ihrer Vermeidung notwendigen Maßnahmen ausführlich beschrieben.

Um Zündgefahren zu vermeiden, wird in dieser Richtlinie gefordert, dass in gefährdeten Räumen Fußböden mit einem Erdableitwiderstand  $R_E \leq 10^8$  Ohm (bei Sprengstoffen  $R_E < 10^6$  Ohm) zu verwenden sind.

Die Meßmethoden zur Bestimmung des Erdableitwiderstandes  $R_E$  werden in der **DIN EN 1081** Bestimmung des elektrischen Widerstandes bzw. **DIN IEC 61340-4-1** Elektrostatik beschrieben.



## ESD-Bereiche

Industriezweige, die elektronische Bauteile produzieren oder einbauen, benötigen ebenfalls ableitfähige Fußböden ( $R_E \leq 10^9$  Ohm).

Damit diese Bauteile durch elektrostatische Entladungen jedoch nicht geschädigt werden, darf die Ableitfähigkeit dieser Fußböden einen bestimmten Wert nicht überschreiten.

Die geforderten Werte für diese so genannten ESD-Bereiche sind in der **DIN IEC 61340-5-1** und **IEC 61340-5-2** festgelegt. Das zusätzliche Standard-Prüfverfahren zur Charakterisierung der elektrostatischen Schutzwirkung von Schuhwerk und Boden wird in der **DIN EN 61340-4-5** beschrieben (Empfohlener Wert  $7,5 \times 10^5 \Omega < R_{PA} < 3,5 \times 10^7 \Omega$ )



*Prüfverfahren nach DIN EN 61340-4-5*

## Personenschutz

Ähnliche Anforderungen gelten für solche Arbeitsbereiche, in welchen die Möglichkeit besteht, dass Personen an offenen Geräten mit Spannung führenden Teilen in Kontakt kommen können. Auch hier muss zum Schutz von Menschen die Ableitfähigkeit des Fußbodens auf einen bestimmten Wert begrenzt werden (Bestimmungen der **DIN VDE 100**).

Elektrisch leitfähige Industrieböden sollten in der Regel einen definierten Widerstand haben, d. h. er darf weder zu gut leiten noch zu stark isolieren. Industrieböden auf Basis von Zement und Magnesia, deren Erdableitwiderstand je nach Feuchtigkeit  $10^3 - 10^9$  Ohm beträgt, verfügen über keine definierte Leitfähigkeit. Keramische Beläge, Asphalt und normale Kunstharzbeläge mit Erdableitwiderständen über  $10^9$  Ohm sind praktisch elektrisch nicht leitend (isolierend). Auch Kunstharzversiegelungen mit Schichtdicken von  $100 \mu\text{m}$  ( $1/10$  mm) weisen oftmals Erdableitwiderstände von mehr als  $10^{10}$  Ohm auf.

Als definiert elektrisch ableitfähige Beläge haben sich deshalb leitfähig eingestellte Kunstharzbeschichtungen durchgesetzt.

# Elektrisch ableitfähige Fußbodensysteme

Tabelle Kurzübersicht wichtige Normen und Messverfahren

Norm Bezeichnung	Messwerte	
<p><b>DIN EN 1081</b> Bestimmung des elektrischen Widerstandes</p>	<p>Durchgangswiderstand <math>R_1</math> Erdableitwiderstand <math>R_2</math> Oberflächenwiderstand <math>R_3</math></p>	
<p><b>DIN EN 61 340-4-1</b> <b>Elektrostatik</b> Festgelegt Untersuchungsverfahren für spezielle Anwendungen Elektrostatischer Widerstand von Bodenbelägen und von verlegten Fußböden</p>	<p>Erdableitwiderstand <math>R_E</math> Oberflächenwiderstand <math>R_S</math></p>	
<p><b>DIN EN 61 340-5-1 (ESD)</b> <b>Elektrostatik</b> Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene - Allgemeine Anforderungen</p>	<p>Erdableitwiderstand <math>R_E</math> Oberflächenwiderstand <math>R_S</math> Personenableitwiderstand <math>R_{PA}</math></p>	
<p><b>DIN EN 61 340-4-5 (ESD)</b> <b>Standard-Prüfverfahren</b> Verfahren zur Charakterisierung der elektrostatischen Schutzwirkung von Schuhwerk und Boden in Kombination mit einer Person</p>	<p>Personenableitwiderstand <math>R_{PA}</math></p>	
<p><b>DIN VDE 0100 – 410 und 610</b> Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V <b>Schutzmaßnahmen (410)</b> gegen gefährliche Körperströme <b>Prüfungen (610)</b></p>	<p>Isolationswiderstand <math>R_i</math></p>	

	<b>Messspannung</b>	<b>Messelektrode</b>	<b>Geforderte Werte</b>
	Gleichspannung 100 V für $R \leq 10^6 \Omega$ 500 V für $R \geq 10^6 \Omega$	DreifüÙelektrode	Gemäß BGR 132 Erdableitwiderstand $R_E \leq 10^8 \Omega$ Starke Explosionsgefährdung $R_E \leq 10^6 \Omega$
	Gleichspannung 10 V für $R \leq 10^6 \Omega$ 100 V für $R \geq 10^6 \Omega$ bis $10^9 \Omega$	2,5 kg Elektrode für harte Beläge 5,0 kg Elektrode für alle anderen Oberflächen	
		siehe: DIN EN 61 340-4-1 DIN EN 61 340-4-5	Erdableitwiderstand $R_E \leq 10^9 \Omega$ Oberflächenwiderstand $R_S \leq 10^{10} \Omega$ Personenableitwiderstand $750 \text{ k}\Omega < R_{PA} < 35 \text{ M}\Omega$
	Gleichspannung 10 V für $R \leq 10^6 \Omega$ 100 V für $R \geq 10^6 \Omega$	Handelektrode Person ESD-Schuhwerk	Personenableitwiderstand $750 \text{ k}\Omega < R_{PA} < 35 \text{ M}\Omega$
	Gleichspannung 500 V für elektr. Anlagen $< 500 \text{ V}$ 1000 V für elektr. Anlagen $> 500 \text{ V}$	DreifüÙelektrode und Metallplatte 25 x 25 cm mit feuchtem Tuch Kraft ca. 750 N	Isolationswiderstand (500V) $R_I \geq 5 \times 10^5 \Omega$ (1000V) $R_I \geq 10^6 \Omega$