

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/f77e85f9-dc36-30c0-a8aa-ddc5a969acca>

Bibliografie

Titel	Technische Regeln für Gefahrstoffe Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (TRGS 727)
Amtliche Abkürzung	TRGS 727
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	Keine FN

Abschnitt 8 TRGS 727 - Erdung und Potenzialausgleich

(1) Zur Vermeidung gefährlicher Aufladungen in explosionsgefährdeten Bereichen sind Personen sowie Gegenstände oder Einrichtungen aus leitfähigem oder ableitfähigem Material nach Nummer 3.1 zu erden bzw. mit Erdkontakt zu versehen. Entsprechendes gilt auch für leitfähige oder ableitfähige Medien, z. B. Flüssigkeiten oder Schüttgüter.

Hinweis 1:

Leitfähige Medien und Gegenstände können auf Grund ihres niedrigen Widerstandes geerdet werden.

Hinweis 2:

Ableitfähige Medien und Gegenstände besitzen einen Ableitwiderstand $R_E > 10^6 \Omega$ und liegen somit oberhalb des Definitionsbereiches "geerdet". Deshalb spricht man hier von "mit Erde verbinden".

Hinweis 3:

Elektrostatische Aufladungen leitfähiger isolierter Gegenstände bilden eine wesentliche Gefahrenquelle, da die gespeicherte Energie in einer Entladung zur Erde oder auf einen anderen leitfähigen geerdeten Gegenstand übergehen kann.

Hinweis 4:

Maßnahmen zur Erdung und zum Potenzialausgleich aus der Blitzschutz-Technik können zur elektrostatischen Erdung genutzt werden.

(2) Bestehen Einrichtungen aus mehreren leitfähigen Komponenten, sind diese einzeln zu erden oder untereinander elektrisch leitend zu verbinden und insgesamt zu erden.

8.1

Ableitung statischer Elektrizität von leitfähigen Gegenständen

(1) Im Allgemeinen soll der Ableitwiderstand $10^6 \Omega$ nicht überschreiten. Ein Ableitwiderstand R_E von $10^8 \Omega$ reicht jedoch aus, wenn z. B. die Ladestromstärke $I < 10^{-6} \text{ A}$ und die Kapazität $C < 100 \text{ pF}$ betragen. Kleine Gegenstände gelten als elektrostatisch geerdet, wenn ihre Relaxationszeit 10^{-2} s unterschreitet.

Hinweis 1:

R_E ist der Ableitwiderstand eines Gegenstandes zur Erde. Er beeinflusst entscheidend die Aufladung eines Gegenstandes und die Relaxation seiner Ladungen.

Hinweis 2:

Der Zusammenhang zwischen Potenzial, Ladestromstärke und Erdableitwiderstand wird in [Anhang E](#) erläutert.

Hinweis 3:

Leitfähige Gegenstände werden aufgeladen, wenn die Geschwindigkeit der Ladungsaufnahme die der Ladungsableitung überschreitet. Eine gefährliche zündwirksame Entladung tritt auf, wenn die elektrische Feldstärke die Durchschlagsspannung der Atmosphäre überschreitet und die in der Entladung freiwerdende Energie gleich oder größer der Mindestzündenergie der vorliegenden explosionsfähigen Atmosphäre ist.

(2) In Bereichen, in denen mit besonders zünd- oder anzündempfindlichen Explosivstoffen umgegangen wird, darf der Ableitwiderstand von Gegenständen $10^5 \Omega$ nicht überschreiten.

(3) Die Erdung und der Potenzialausgleich müssen zuverlässig und dauerhaft sein und den zu erwartenden Beanspruchungen, insbesondere durch Korrosion, standhalten.

8.2

Ableitwiderstand von Fußböden

(1) Ein Fußboden ist ableitfähig, wenn sein Ableitwiderstand $10^8 \Omega$ unterschreitet. In explosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 0, 1, 20 sowie in Zone 21 bei Stäuben mit $MZE \leq 10 \text{ mJ}$ sind ableitfähige Fußböden erforderlich. Verschmutzungen, z. B. durch Farb- oder Ölrreste oder ungewollte Isolierung, z. B. durch abgelegte Folien oder Leergut, sind zu vermeiden.

Hinweis:

Da zur Bestimmung des Ableitwiderstandes von Fußböden unterschiedliche Prüfnormen mit entsprechenden Prüfverfahren angewendet werden können, soll bereits vor der Lieferung und Verlegung von Fußbodenbelägen in der Ausschreibung auf das in der Abnahme anzuwendende Prüfverfahren und die einzuhaltenden Höchstwerte hingewiesen werden. Tabelle 19 in [Anhang H](#) gibt typische Erfahrungswerte für verschiedene Fußböden wieder.

(2) Bei geklebten Fußbodenbelägen ist auf die ausreichende Leitfähigkeit der verwendeten Klebstoffe zu achten.

(3) Bei nicht ausreichender Ableitfähigkeit des Fußbodens ist durch besondere Maßnahmen, z. B. durch Feuchthalten, dafür zu sorgen, dass der Ableitwiderstand $10^8 \Omega$ unterschreitet.

(4) Durch Fußbodenpflegemittel darf der Widerstand nicht erhöht werden.

Hinweis:

Viele Fußbodenpflegemittel enthalten Wachse o. ä., um den Glanz zu erhöhen oder das Trocknen nach dem Wischen zu beschleunigen. Diese Wachse bilden oft einen isolierenden Film oder verändern die Feuchteaufnahme des Fußbodens.

(5) In Bereichen, die durch explosionsgefährliche Stoffe oder Gemische gefährdet sind, darf der Ableitwiderstand des Fußbodens $10^8 \Omega$ nicht überschreiten.

8.3

Erdung und Potenzialausgleich in besonderen Fällen

(1) Meist wird mit der Energieversorgung eine Erdleitung verlegt. Darüber hinaus sind industrielle Anlagen normalerweise fest zusammengesetzt, z. B. durch Schraub- oder Schweißverbindungen, und der Ableitwiderstand beträgt bereits ohne zusätzliche Maßnahmen meist weniger als $10^6 \Omega$.

(2) Nur wenn diese Maßnahmen nicht ausreichen, sind zusätzliche Erdungsleitungen notwendig.

8.3.1

Erdung eigensicherer Betriebsmittel

Eigensichere Betriebsmittel oder eigensichere Anlagen werden häufig betriebsbedingt erdfrei betrieben. In explosionsgefährdeten Bereichen sind dennoch leitfähige oder ableitfähige Gehäuse elektrostatisch zu erden. Können in explosionsgefährdeten Bereichen Teile der eigensicheren Schaltung, z. B. Sensorelektroden, berührt oder untereinander verbunden werden, z. B. über Steckverbindungen, ist die Schaltung elektrostatisch geerdet auszuführen. In diesem Fall genügt ein Ableitwiderstand $R_E \leq 10^8 \Omega$.

Hinweis:

Zum Bestehen der Isolationsprüfung mit 500 V muss ein eigensicheres Betriebsmittel oder eine eigensichere Anlage einen Widerstand $R \geq 15 \text{ k}\Omega$ gegen Erde aufweisen.

8.3.2

Leitfähige ortsfeste Einrichtungen

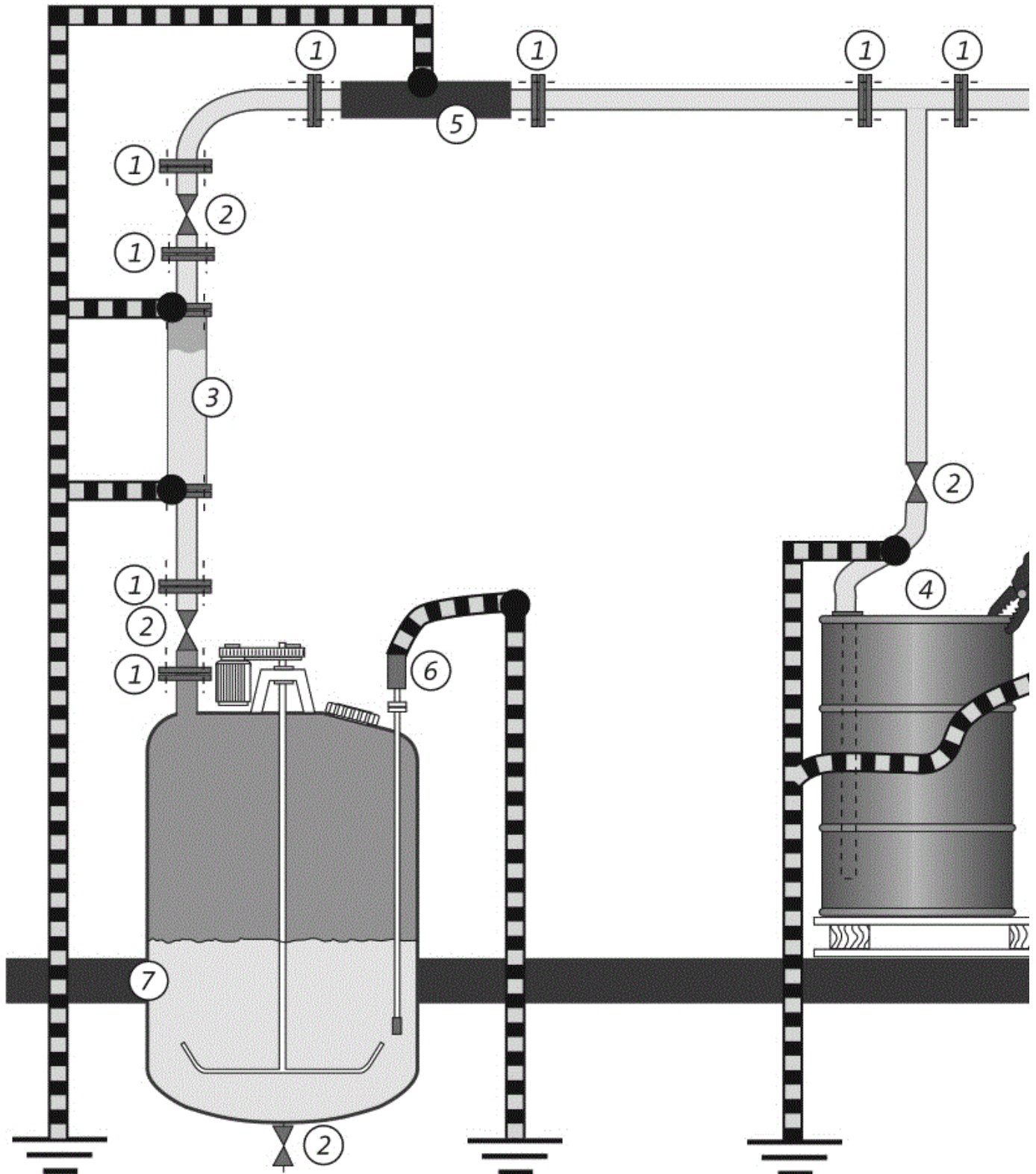
Anlagenteile, die nicht mit der Gesamtanlage elektrisch leitend verbunden sind, z. B. flexible oder schwingungsfähige Bauteile, sind getrennt zu erden.

Hinweis:

Hierzu zählen z. B. Rohrleitungen mit isolierenden Zwischenstücken. Der Potenzialausgleich ist nur bei fehlendem metallischem Kontakt der einzelnen Rohrteile untereinander notwendig.

Metallische Einrichtungen und Rohrleitungen, auch beschichtete, sowie leitfähige Gehäuse und isoliert eingebaute Innenteile sind zu erden.

Empfehlung: Innenteile konstruktionsbedingt mit Flansch leitfähig verbinden



(1) Verschraubte Metallflansche, blank oder lackiert, unterbrechen die Erde

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

isolierend beschichtete, z. B. pulverbeschichtete, separat erden

- ② *Absperrarmaturen mit geerdeten leitfähigen Innenteilen*
- ③ *Schauglas m. leitfähigem geerdetem Gehäuse u. geerdeten Spannringen*
- ④ *Geerdete Schlauchleitung für Zone 1 geeignet, siehe Beispiel 6*
Empfehlung: leitfähiges geerdetes Tauchrohr verwenden, siehe Beispiele
- ⑤ *Leitfähige Schutzabdeckung der Wärmeisolierung, geerdet*
- ⑥ *Eigensichere, gemäß Nummer 8.3.1 elektrostatisch geerdete Messeinrichtung*
- ⑦ *Rührkessel, leitfähig, über Gebäudestruktur geerdet*
- ⑧ *Rohrleitung, leitfähig, über Gebäudestruktur geerdet*

Beispiel 13: Erdung in Zone 1

8.3.3

Leitfähige ortsbewegliche Einrichtungen

Ortsbewegliche metallische Gegenstände und Einrichtungen, z. B. Fässer, Container, Trichter, Kannen, Karren, werden im Allgemeinen nicht über die Gesamtanlage geerdet. Ihre Erdung erfolgt über eigene Erdungsanschlüsse. Insbesondere beim Füllen und Entleeren ist ein Ableitwiderstand $R_E < 10^6 \Omega$ zu gewährleisten. Gegebenenfalls erfolgt die Erdung kleiner Gegenstände über Personen und den Fußboden.

8.3.4

Leitfähige Einrichtungen mit isolierenden Komponenten

(1) Die Erdung einer Anlage kann durch isolierende Komponenten, z. B. Dichtungen, oder durch isolierende Betriebsstoffe, z. B. Schmierfette, beeinträchtigt werden. Erfahrungsgemäß zeigen Öle und Fette in normaler Schmierfilmdicke, z. B. an rotierenden Wellen, Übergangswiderstände von nicht mehr als $10^3 \Omega$.

(2) Beim Einsatz isolierender Materialien, z. B. Zwischenstücke aus Kunststoff mit hohem Widerstand, sind die verbleibenden leitfähigen Komponenten untereinander zu verbinden und zu erden.

(3) Alternativ kann jedes Anlagenteil für sich geerdet werden.

Hinweis 1:

In diesem Zusammenhang ist insbesondere auf von außen nicht sichtbare Teile zu achten, z. B. auf

1. Kugelventile mit isolierenden Dichtungen,
2. Metalleinlagen in Dichtungen,
3. Wellen und Durchführungen mit isolierenden Manschetten,
4. hohe oder dicke Abstandsringe,
5. Steckverbindungen aus Kunststoffen,
6. metallische Düsen am Ende eines Rohres aus Kunststoff.

Hinweis 2:

Bei zusammengesetzten Anlagenteilen ist gegebenenfalls eine Herstellerankunft einzuholen.

8.3.5

Gegenstände geringer elektrischer Kapazität

(1) Leitfähige Gegenstände mit einer Kapazität $C > 10 \text{ pF}$ sind zu erden. Die Erdung darf nur entfallen, wenn gefährliche Aufladungen nicht auftreten.

(2) Leitfähige Gegenstände mit einer Kapazität unter 10 pF sind gemäß Tabelle 11 zu erden. Darüber hinaus sind kleine leitfähige Gegenstände zu erden

1. unabhängig von ihrer Kapazität in der Nähe stark ladungserzeugender Prozesse,
2. wenn sie mit dem Produktstrom in einer Apparatur Berührung haben.

Hinweis 1:

Zu den typischen kleinen Gegenständen zählen z. B. Schrauben und Muttern bis M8. Blechschrauben besitzen in der Regel eine Kapazität $C < 3 \text{ pF}$.

Hinweis 2:

Die Kapazität leitfähiger Teile wird von ihrer unmittelbaren Umgebung beeinflusst.

(3) Zur Beurteilung der Kapazität von Gegenständen ist ihre Kapazität im Einbauzustand, gegebenenfalls unter simulierten Bedingungen, zu bestimmen.

Hinweis:

Für leitfähige Flansche an Glasapparaturen sind die Werte nach Tabelle 8 in Nummer 4.13 heranzuziehen.

Tabelle 11: Höchstzulässige Kapazitäten ungeerdeter kleiner Gegenstände, sofern keine stark ladungserzeugenden Prozesse auftreten

Explosionsfähige Atmosphäre erzeugt durch Gefahrstoffe der Explosionsgruppen					
I	IIA	IIB	IIC	III	
untertage	10 pF				
Zone 0		3 pF	3 pF	keine isolierten leitfähigen Gegenstände oder Materialien	
Zone 1		6 pF	3 pF	3 pF	
Zone 2		-	-	-	
Zone 20 oder 21 MZE < 10 mJ					6 pF
Zone 20 oder 21 MZE > 10 mJ					10 pF

Explosionsfähige Atmosphäre erzeugt durch Gefahrstoffe der Explosionsgruppen					
Zone 22					-

8.3.6

Medizinisch genutzte Räume mit explosionsgefährdeten Bereichen

(1) Wenn in medizinisch genutzten Räumen explosionsgefährdete Bereiche vorliegen, sind Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen erforderlich.

Hinweis 1:

Die Zündempfindlichkeit explosionsfähiger Gemische hängt stark von der Konzentration des Oxidatorgases im Oxidatorgas/Inertgas-Gemisch ab. Wird z. B. das explosionsfähige Gemisch aus einem brennbaren Gefahrstoff und mit Sauerstoff angereicherter Umgebungsluft gebildet, liegt die Mindestzündenergie dieses Gemisches deutlich unter der des nur mit Umgebungsluft gebildeten explosionsfähigen Gemisches.

Hinweis 2:

Explosionsgefährdete Bereiche können z. B. bei der Verwendung brennbarer Reinigungs- oder Desinfektionsmittel vorliegen.

(2) Zur Vermeidung von Aufladungen sollen Arbeitskleidung, Decken und Tücher unter den betriebsgemäß anzunehmenden Bedingungen ableitfähig sein.

(3) Decken, Tücher oder solche Gewebe und Gewirke, die nicht ableitfähig sind, sind auszuschließen, da sie bei Reibungs- und Trennungsvorgängen zu hohen Aufladungen führen können.

(4) Auch für typische Gegenstände und Einrichtungen in medizinischen Räumen, z. B. Gummitücher, -matratzen, -kopfkissen oder gepolsterte Sitze, gelten die Anforderungen der Nummer 3. Ableitfähige Überzüge isolierender Gegenstände haben diese vollständig zu umschließen.

(5) Abweichend von Nummer 3 dürfen als Abdeckung des Operationstisches und fahrbarer Krankentragen sowie der Sitzflächen von Hockern nur Gummi oder Kunststoffe mit Oberflächenwiderständen zwischen $5 \Omega \cdot 10^4 \Omega$ und $10^6 \Omega$ verwendet werden.

(6) Der Ableitwiderstand des Fußbodens darf höchstens $10^8 \Omega$ betragen. Bei Bodenbelägen, bei denen eine Erhöhung des Ableitwiderstandes während des Gebrauches nicht ausgeschlossen ist, darf der Ableitwiderstand im Neuzustand höchstens $10^7 \Omega$ und nach vier Jahren höchstens $10^8 \Omega$ betragen.

(7) Alle leitfähigen berührbaren Teile von Gegenständen oder Einrichtungen, auch die der ortsbeweglichen, müssen untereinander und mit dem Fußboden leitfähig verbunden und geerdet sein. Die Erdverbindung darf an keiner Stelle unterbrochen sein, z. B. durch isolierende Lackierung. Der Durchgangswiderstand von Reifen oder Rollen soll $10^4 \Omega$ nicht überschreiten.

Hinweis:

Narkosegeräte, Hocker, Tritte, fahrbare Krankentragen und Ähnliches müssen durch Rollen bzw. Fußkappen aus leitfähigem Werkstoff mit dem Fußboden verbunden sein.

(8) In medizinisch genutzten Räumen mit explosionsgefährdeten Bereichen ist ableitfähiges Schuhwerk - einschließlich der Überschuhe - zu tragen. Jedoch soll ein Ableitwiderstand von $5 \cdot 10^4 \Omega$ nicht unterschritten werden.

(9) Schläuche für die Fortleitung von medizinischen Gasen, auch von Sauerstoff, Lachgas, Anästhesiegasen, dürfen abweichend von Nummer 5.6 aus isolierenden Materialien bestehen. Sind sie leitfähig, dürfen sie nur auf metallische Schlauchtüllen ohne isolierende Lackierung aufgezogen sein. Im Verlaufe der Gasführungen, auch innerhalb von Geräten, dürfen keine isolierten leitfähigen Teile vorhanden sein.

(10) Für Atembeutel und Bälge von Anästhesiegeräten und Sauerstoffbeatmungsgeräten sind ausschließlich leitfähige Werkstoffe zu verwenden.

8.4

Kennzeichnung

Einrichtungen, die zur Erdung und zum Potenzialausgleich eingesetzt werden, dürfen nicht unterbrochen oder abgeschaltet werden. Sie sind eindeutig zu kennzeichnen, z. B. durch grün-/gelbgestreifte Farbgebung.

8.5

Planung und Ausführung

(1) Bereits in der Planungsphase einer Anlage oder einer Einrichtung sind Maßnahmen für die Erdung und für den Potenzialausgleich vorzusehen. Die Anzahl manuell zu handhabender Erdungsvorrichtungen, z. B. Erdungsklemmen, soll gering gehalten werden. Erdungsklemmen sind vor Arbeitsbeginn anzubringen und verbleiben am Ort, bis alle gefährlichen Aufladungen abgeleitet sind. Es sind Aufnahmevorrichtungen oder Ablagen für Erdungsklemmen vorzusehen.

(2) Einrichtungen zur Erdung und zum Potenzialausgleich sind so auszuführen und so zu erhalten, dass

1. sie ihre Funktion erfüllen,
2. Mängel schnell erkannt werden können,
3. sie den elektrischen, mechanischen und korrosiven Beanspruchungen standhalten,
4. sie - bei Verwendung von Klemmen - Lack-, Rostschichten oder auch Folien von Einstellsäcken durchdringen können,
5. sie deutlich erkennbar gekennzeichnet sind und
7. sie leicht gehandhabt werden können.

8.6

Betriebsanweisung und Unterweisung

(1) Für Arbeiten zur Erdung und zum Potenzialausgleich in explosionsgefährdeten Bereichen ist das Vorliegen einer eigenen Betriebsanweisung erforderlich.

Hinweis:

Siehe auch [§ 14 der Gefahrstoffverordnung](#).

(2) Personen, die in explosionsgefährdeten Bereichen arbeiten, müssen über die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Erdung und zum Potenzialausgleich unterwiesen werden.

Hinweis:

Ziel der Unterweisung ist, dass die Beschäftigten, die zur Erdung und zum Potenzialausgleich vorgesehenen betrieblichen Einrichtungen kennen und bestimmungsgemäß anwenden können. Auf typische Erdungsfehler, z. B. nachträgliches Erden bereits aufgeladener Gegenstände oder Einrichtungen, ist besonders hinzuweisen.

8.7

Prüfung

(1) Die Prüfungen der Einrichtungen zur Erdung und zum Potenzialausgleich für die Vermeidung gefährlicher elektrostatischer Aufladungen sind unabhängig von anderen elektrischen Prüfungen durchzuführen.

(2) Art, Umfang und Fristen der Prüfungen sind gemäß der Technischen Regel TRBS 1201 Teil 1 festzulegen. Dabei sind Anlagen- und Bauwerksteile zu berücksichtigen, die neben ihrer eigentlichen Funktion auch andere erden und in den Potenzialausgleich einbeziehen, z. B. Schlauch und Zapfventil.

(3) Die Prüfungen sind durch zur Prüfung befähigte Personen gemäß [Anhang 2](#) Abschnitt 3 Nummer 3.1 BetrSichV durchzuführen.